

**LAPORAN PENELITIAN INTERNAL
KELOMPOK MONODISIPLIN**



JUDUL PENELITIAN

**Implementasi Metode Logika *Fuzzy* dalam Pembangunan Sistem Optimalisasi
Lampu Lalu Lintas**

TEMA PENELITIAN UNIVERSITAS
Kebencanaan

TOPIK PENELITIAN UNIT
Soft Computing

Ketua

Martinus Maslim, S.T., M.T.
(NPP.01.13.847/NIDN.0512039002)

Anggota

B. Yudi Dwiandiyanta, S.T., M.T.
(NPP.11.99.668/NIDN.0524047601)

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
2017

HALAMAN PENGESAHAN
PROPOSAL PENELITIAN INTERNAL : KELOMPOK
MONODISIPLIN

1	Judul Penelitian	Implementasi Metode Logika <i>Fuzzy</i> dalam Pembangunan Sistem Optimalisasi Lampu Lalu Lintas	
2	Kategori Penelitian	A. Penelitian diorientasikan pada penerbitan artikel jurnal ilmiah	
3	Tema Penelitian Universitas	A. Kemiskinan B. Kebencanaan	C. Kearifan Lokal D. Multikulturalisme
4	Topik Penelitian Unit	<i>Soft Computing</i>	
5	Bebas SKS Penelitian	(4) sks	Berlaku semester Genap 2016/2017
IDENTITAS PENELITI			
6	Nama Ketua Peneliti	Martinus Maslim, S.T., M.T.	
	Jabatan/Golongan	Asisten Ahli / III-B	
	NIP / NIDN	01.13.847	0512039002
	Bidang Keahlian	Teknik Informatika	
	Unit/ Fakultas/ Jurusan	Unit	Jurusan/ Program Studi
		Fakultas Teknologi Industri	PS. Teknik Informatika
	Alamat Rumah	Perumahan Pesona Regency Blok D5 Sleman Yogyakarta	
	No. Telp/Faks/E-mail Peneliti	0274-487711	E-mail : martinusmaslim@mail.uajy.ac.id
7	Anggota Peneliti	Anggota-1	Anggota-2
	Nama Anggota Peneliti	B. Yudi Dwiandiyanta, S.T., M.T.	-
	Jabatan/Golongan	Lektor / III-D	-
	NIP / NIDN	11.99.668/0524047601	-
	Bidang Keahlian	Teknik Informatika	-
	Unit/ Fakultas/ Jurusan	Fakultas Teknologi Industri/PS. Teknik Informatika	-
8.	Lokasi Penelitian	Universitas Atma Jaya Yogyakarta	
	Waktu Penelitian	Maret 2017 – September 2017	

9.	Dana yang diusulkan	Dana UAJY
		Rp.20.000.000,-
	Jumlah Total	Rp.20.000.000,-
10.	terbilang	Dua puluh juta rupiah
11.	Spesifikasi <i>outcome</i> penelitian	<i>Prototype</i> sistem dan paper penelitian yang dipublikasikan minimal di seminar internasional

Yogyakarta, 15 September 2017

Mengetahui,

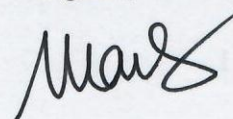
Dekan Fakultas Teknologi Industri,



Dr. Drs. A. Teguh Siswanto, M.Sc.

NPP. 09.93.464/NIDN.0521115901

Pengusul,

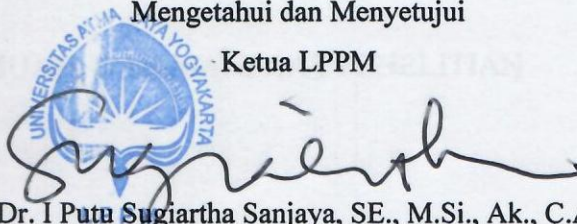


Martinus Maslim S.T., M.T.

NPP.01.13.847/NIDN.0512039002

Mengetahui dan Menyetujui

Ketua LPPM



Dr. I Putu Sugiarta Sanjaya, SE., M.Si., Ak., C.A.

NPP: 12.94.528/NIDN: 0524107001

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL PENELITIAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
DAFTAR ISI	iv
ABSTRAK	v
BAB 1. PENDAHULUAN	1
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Optimalisasi	5
2.2 Lampu Lalu Lintas	5
2.3 Persimpangan Jalan	7
2.4 Logika Fuzzy	7
BAB 3. MASALAH, TUJUAN, DAN MANFAAT PENELITIAN	12
3.1 Perumusan Masalah	12
3.2 Tujuan Penelitian	12
3.3 Manfaat Penelitian	12
BAB 4. METODE PENELITIAN	13
4.1 Metodologi Penelitian	13
4.2 Alat Penelitian	14
BAB 5. ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	15
5.1 Pendahuluan	15
5.2 Pengumpulan dan Pengolahan Data	15
5.3 Analisis Kebutuhan	15
5.4 Perancangan Desain Sistem	15
5.5 Analisis	17
BAB 6. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
6.1 Implementasi Fuzzy Logic Toolbox	32
6.2 Implementasi Sistem	35
6.3 Pengujian	36
BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN	91
7.1 Kesimpulan	91
7.2 Saran	91

ABSTRAK

Lampu lalu lintas merupakan lampu untuk mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, *zebra cross*, dan tempat arus lalu lintas lainnya. Secara umum, lalu lintas banyak ditemukan pada kota besar dengan banyaknya kendaraan yang lalu lalang menyebabkan kemacetan yang tinggi. Oleh karena itu, lampu lalu lintas memiliki peran penting dalam mengatur lalu lintas khususnya persimpangan jalan.

Terdapat salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan membangun sebuah sistem optimalisasi lalu lintas dimana secara otomatis di setiap titik fase persimpangan jalan bersinyal. Sistem ini dibuat menggunakan metode logika *fuzzy*. Metode ini cocok digunakan pada sebagian besar permasalahan yang bersifat realtime seperti dalam mengambil keputusan untuk mencari durasi maksimal detik lampu hijau. Dalam sistem ini menggunakan metode logika *fuzzy* mamdani dengan defuzzifikasi MOM (*Mean of Maximum*) karena metode ini sangat sederhana, mudah dimengerti dan obyektif. Sistem dibangun dengan menggunakan *Fuzzy Logic Tools* pada MATLAB.

Sistem optimalisasi lampu lalu lintas dapat menghasilkan detik maksimal lampu hijau pada setiap persimpangan sesuai dengan masukan petugas. Masukan yang dibutuhkan oleh sistem adalah panjang antrian yang diatur, lebar jalan yang diatur, panjang antrian pada jalur selanjutnya, dan lebar jalan pada jalur yang diatur.

Kata Kunci: *Logika Fuzzy, Mamdani, MOM, Lampu lalu lintas.*

HALAMAN PENGESAHAN
PROPOSAL PENELITIAN INTERNAL : KELOMPOK
MONODISIPLIN

1. Judul Penelitian	Implementasi Metode Logika <i>Fuzzy</i> dalam Pembangunan Sistem Optimalisasi Lampu Lalu Lintas	
2. Kategori Penelitian	A. Penelitian diorientasikan pada penerbitan artikel jurnal ilmiah	
3. Tema Penelitian Universitas	A. Kemiskinan B. Kebencanaan	C. Kearifan Lokal D. Multikulturalisme
4. Topik Penelitian Unit	<i>Soft Computing</i>	
5. Bebas SKS Penelitian	(4) sks	Berlaku semester Genap 2016/2017
IDENTITAS PENELITI		
6. Nama Ketua Peneliti	Martinus Maslim, S.T., M.T.	
Jabatan/Golongan	Asisten Ahli / III-B	
NIP / NIDN	01.13.847	0512039002
Bidang Keahlian	Teknik Informatika	
Unit/ Fakultas/ Jurusan	Unit	Jurusan/ Program Studi
	Fakultas Teknologi Industri	PS. Teknik Informatika
Alamat Rumah	Perumahan Pesona Regency Blok D5 Sleman Yogyakarta	
No. Telp/Faks/E-mail Peneliti	0274-487711	E-mail : martinusmaslim@mail.uajy.ac.id
7. Anggota Peneliti	Anggota-1	Anggota-2
Nama Anggota Peneliti	B. Yudi Dwiandiyanta, S.T., M.T.	-
Jabatan/Golongan	Lektor / III-D	-
NIP / NIDN	11.99.668/0524047601	-
Bidang Keahlian	Teknik Informatika	-
Unit/ Fakultas/ Jurusan	Fakultas Teknologi Industri/PS. Teknik Informatika	-
8. Lokasi Penelitian	Universitas Atma Jaya Yogyakarta	
Waktu Penelitian	Maret 2017 – September 2017	

9.	Dana yang diusulkan	Dana UAJY
		Rp.20.000.000,-
10.	Jumlah Total	Rp.20.000.000,-
11.	terbilang	Dua puluh juta rupiah
12.	Spesifikasi <i>outcome</i> penelitian	<i>Prototype</i> sistem dan paper penelitian yang dipublikasikan minimal di seminar internasional

Yogyakarta, 15 September 2017

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Industri,



Dr. Drs. A. Teguh Siswanto, M.Sc.

NPP. 09.93.464/NIDN.0521115901

Pengusul,

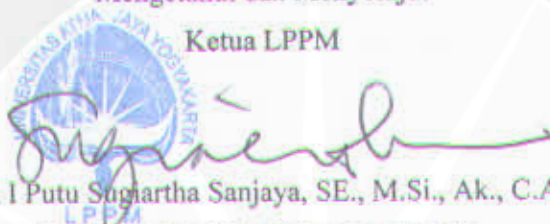


Martinus Maslim S.T., M.T.

NPP.01.13.847/NIDN.0512039002

Mengetahui dan Menyetujui

Ketua LPPM



Dr. I Putu Sughartha Sanjaya, SE., M.Si., Ak., C.A.

NPP: 12.94.528/NIDN: 0524107001

BAB 1

PENDAHULUAN

Kota Yogyakarta merupakan salah satu kota di Indonesia dengan tingkat kemacetan yang sangat padat, salah satu penyebabnya karena Yogyakarta merupakan kota tujuan wisata dan telah menyandang predikat kota pendidikan sehingga jumlah penduduk di Yogyakarta semakin tinggi. Data Badan Pusat Statistik (BPS) Yogyakarta mencatat bahwa pertumbuhan penduduk di Yogyakarta mengalami kenaikan 50.000 jiwa per tahunnya, jumlah penduduk yang semakin tinggi ini mengakibatkan pula banyaknya pengguna alat transportasi. Pertumbuhan sarana transportasi jauh lebih cepat melebihi pertumbuhan prasarana jalan sehingga akan menambah kemacetan yang cukup padat.

Persimpangan atau pertemuan jalan adalah titik temu dua jalan atau lebih yang memberikan pengaruh besar bagi kelancaran arus kendaraan pada jaringan jalan tersebut, karena pada umumnya di persimpangan ini banyak terjadi kemacetan lalu lintas. Contoh kemacetan persimpangan jalan yang sering terjadi kemacetan, yaitu kemacetan di utara perempatan Kentungan banyak kendaraan yang menyebrang menuju Superindo atau Mirota sehingga rawan terjadi kemacetan pada sore hari, kemacetan di sekitar tugu Yogyakarta pada saat malam hari banyak orang berjalan dan berfoto sehingga kemacetan tidak terhindarkan (Mootosphere, 2014). Titik kemacetan lainnya yang biasanya sering terjadi pada jam pagi dan sore hari ketika anak-anak pergi dan pulang sekolah, dan orang-orang berangkat dan pulang dari kantor adalah arah dari jalan Solo, pasar Demangan, daerah pertigaan jalan Colombo, dari arah Gejayan menuju ringroad utara, dan perempatan Condong Catur (Herunawan, 2015).

Oleh karena itu untuk menunjang keamanan dalam menyelesaikan permasalahan kemacetan ini adalah menggunakan lampu lalu lintas. Lalu lintas yang teratur adalah harapan dari semua pengguna jalan raya dengan bertambahnya penduduk dan kendaraan yang secara umum banyak terjadi diperkotaan yang sudah

memiliki jam sibuk yang tinggi, maka tingkat kepadatan pengguna jalan tidak dapat dihindari khususnya pada persimpangan jalan (Dharmawan, 2010) yang terdapat lampu lalu lintas dimana pada saat jam tertentu tingkat kepadatan semakin tinggi sehingga sangatlah perlu adanya lampu lalu lintas untuk mengatasi kemacetan yang terjadi. Lampu lalu lintas merupakan lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang khususnya dipersimpangan jalan (Alamsyah, 2012) yang berfungsi sebagai pengontrol arus kendaraan dipersimpangan karena pengaturannya lebih tegas dan fleksibel.

Lampu lalu lintas seharusnya diharapkan dapat mengatur kemacetan yang ada sehingga dapat mencegah kemacetan atau kepadatan kendaraan. Tetapi pada kenyataannya hal itu tidak terjadi karena selama ini sistem pengaturan lampu lalu lintas hanya berdasarkan pada waktu yang sudah ditentukan dan pembagian jatah lampu hijau yang sama rata untuk semua jalur tanpa melihat kepadatan jalur lalu lintas yang lain, semakin lama lampu hijau pada suatu simpang jalan semakin lama pula lampu merah pada simpang jalan lainnya. Jika suatu simpang jalan yang sedang sepi mendapatkan lama lampu hijau yang sama dengan simpang jalan yang ramai, tentu saja hal ini menjadi kurang efektif karena simpang jalan yang ramai tersebut harus menunggu lampu hijau pada simpang jalan yang sepi yang sebenarnya tidak memerlukan lampu hijau yang terlalu lama (Pour, et al., 2013), maka sangat perlu adanya pengaturan waktu untuk lampu hijau atau merah yang lebih fleksibel. Hal ini bertujuan agar lampu hijau pada persimpangan jalan tidak sia-sia dan dapat memperoleh jumlah detik yang sesuai dengan kepadatan yang terjadi di persimpangan jalan.

Dalam pengembangan pengaturan lampu lalu lintas, penulis memanfaatkan metode logika fuzzy untuk menghasilkan jumlah detik lampu hijau yang lebih dinamis sesuai dengan kepadatan kendaraan yang ada pada setiap persimpangannya. Adapun tujuan digunakannya metode ini adalah dapat menghasilkan keputusan yang lebih baik karena metode ini memiliki kelebihan yaitu cocok digunakan pada sebagian besar permasalahan di dunia nyata. (Kusumadewi, 2010) telah menyebutkan

bahwa macam-macam masalah yang dapat diselesaikan dengan logika fuzzy salah satunya adalah pengaturan kelancaran lampu lalu lintas. Untuk mendapatkan output dari detik lampu menggunakan metode mamdani dengan defuzzifikasi MOM (Mean of Maximum) untuk mencari nilai rata-rata maksimum dari lamanya lampu hijau yang dibagi menjadi sebentar, sedang, lama, dan sangat lama yang dihitung melalui panjangnya antrian kendaraan ke salah satu jalur yang paling padat dengan menggunakan 4 variabel input dari panjang antrian kendaraan yang diatur yang dibagi menjadi tidak padat, normal, dan padat, panjang antrian kendaraan pada jalur selanjutnya yang dibagi menjadi pendek, sedang, dan panjang, lebar jalan yang diatur dan lebar jalan pada jalur selanjutnya yang dibagi menjadi sempit dan luas dengan memanfaatkan toolbox fuzzy yang sudah tersedia pada Matlab.

Penelitian sejenis mengenai optimalisasi atau pengaturan lampu lalu lintas pernah dilakukan oleh Aditya Yoga Yudanto, Marvin, dan Kevin Sanjaya pada tahun 2013 yang menunjukkan bahwa pengoptimalisasian lampu lalu lintas menggunakan fuzzy logic dan diimplementasikan dengan memanfaatkan toolbox fuzzy pada Matlab untuk menghasilkan jumlah detik lampu hijau yang lebih dinamis sesuai kepadatan kendaraan yang ada pada suatu simpang jalan dengan menginputkan jumlah kendaraan motor dan mobil (Yudanto, et al., 2013).

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Bagi negara Indonesia khususnya kota-kota besar yang memiliki kemacetan yang sangat tinggi sangat perlu memiliki lampu lalu lintas di setiap persimpangan untuk mengatur kendaraan yang lalu lalang setiap harinya. Lampu lalu lintas adalah lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, tempat penyeberangan pejalan kaki (zebra cross), dan tempat arus lalu lintas lainnya, namun yang menjadi ruang lingkup penelitian ini adalah lampu lalu lintas di persimpangan jalan (Yudanto, et al., 2013) atau suatu peranti pemberi sinyal yang ditempatkan di persimpangan jalan, penyeberangan jalan atau lokasi lain untuk menunjukkan keadaan aman untuk mengendarai atau berjalan sesuai dengan kode warna universal (suatu urutan yang persis bagi orang yang menderita buta warna), lampu lalu lintas sering disebut juga sebagai Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL). Sistem pengaturan lampu lalu lintas pertama kali diperkenalkan di Inggris, yaitu di daerah Westminster pada tahun 1868 (Pristiwanto, 2013). Di Indonesia khususnya pengguna kendaraan bermotor semakin meningkat, akibatnya jumlah kendaraan naik tetapi jumlah jalan tetap sehingga menambah jumlah kepadatan lalu lintas yang mengakibatkan kemacetan. Kemacetan yang muncul tersebut dapat disebabkan dari beberapa faktor salah satunya adalah faktor pengaturan lampu lalu lintas (Danuri, 2008), kemacetan lalu lintas bisa menjadi salah satu masalah masyarakat perkotaan yang berimplikasi luas terhadap aspek kehidupan seperti kesehatan, produktivitas, ekonomi dan sebagainya. Menurut (Riwinoto & Isal, 2010) salah satu penyebab adanya kemacetan adalah lampu lalu lintas pada setiap jalan yang selalu tetap (statis) baik ketika lampu menyala berwarna merah, kuning, dan hijau. Padahal pada kondisi yang nyata sering terjadi kondisi yang tidak produktif dan mengakibatkan kemacetan ketika lampu merah menyala dan jalan menjadi penuh kendaraan, di sisi jalan yang lain ketika lampu hijau menyala tetapi kondisi saat itu jalan sedang sepi kendaraan.

Penelitian mengenai optimalisasi lampu lalu lintas sudah banyak dilakukan, Seperti penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo dan Sutisna (2014) menghasilkan nilai lamanya waktu lampu hijau menyala tergantung dari jumlah kedatangan suatu jalur pada siklus pertama dan kedua lampu dengan menggunakan Mikrokontroler ATMEGA 16. Adapun penelitian yang berbeda dari Simanjuntak (2011) bahwa logika fuzzy lebih adil dalam memberikan nilai dibandingkan dengan sistem kontrol konvensional. Penelitian pada Pristiwanto (2013) menyatakan bahwa dengan menggunakan metode Round Robin meminimalkan waktu menunggu, metode Round Robin adalah metode yang sangat mudah untuk mengatur waktu yang dibutuhkan dalam lampu lalu lintas karena memecahkan masalah yang memiliki multi objective untuk melancarkan arus lalu lintas. Dari penelitian Afriyanti dan Wahyu (2009) sendiri dengan menggunakan Java sebagai software untuk membuat suatu sistem pensimulasian lampu lalu lintas yang bekerja secara otomatis dengan basis pengetahuan menggunakan kaidah produksi (IF-THEN) dengan metode Tsukamoto untuk menentukan lamanya waktu lampu hijau menyala tergantung dari jumlah mobil dan lebar jalur pada satu jalan searah.

2.1. Optimalisasi

Secara umum pengertian optimalisasi menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (Depdikbud, 1995:628) adalah berasal dari kata optimal yang berarti terbaik atau pencarian nilai terbaik (minimum atau maksimum) dari beberapa fungsi yang diberikan pada suatu konteks. Adapun pengertian dari optimalisasi adalah sebuah proses, cara dan perbuatan (aktivitas/kegiatan) untuk mencari solusi terbaik dalam beberapa masalah, dimana yang terbaik sesuai dengan kriteria tertentu.

2.2. Lampu Lalu Lintas

Satu metode yang paling penting dan efektif untuk mengatur lalu lintas di persimpangan adalah dengan menggunakan lampu lalu lintas (Kandaga &

Tjahjadi, 2011). Lampu lalu lintas adalah sebuah alat elektrik (dengan sistem pengaturan waktu) yang memberikan hak jalan (pada saat lampu menyala warna hijau) pada satu arus lalu lintas atau lebih sehingga aliran lalu lintas ini bisa melewati persimpangan dengan aman dan efisien atau lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, tempat penyeberangan pejalan kaki (zebra cross) dan tempat arus lalu lintas lainnya, namun yang menjadi ruang lingkup penelitian ini adalah lampu lalu lintas di persimpangan jalan. Banyaknya kendaraan yang lalu lalang di kota besar menyebabkan kemacetan yang sangat mungkin terjadi (Yudanto, et al., 2013). Lampu lalu lintas dibangun sangat sesuai untuk :

- a. Penundaan berlebihan pada rambu berhenti dan rambu pengendali kecepatan.
- b. Masalah yang timbul akibat tikungan jalan.
- c. Tabrakan sudut sisi.
- d. Kecelakaan pejalan kaki.

Keuntungan dengan merancang lampu lalu lintas yang benar pada persimpangan:

- a. Mengurangi frekuensi tipe kecelakaan tertentu, khususnya kecelakaan tipe sudut kanan.
- b. Menghasilkan pergerakan lalu lintas yang teratur.
- c. Menyediakan arus yang kontinyu bagi iring-iringan kendaraan melalui koordinasi yang memadai pada kecepatan tertentu di rute tertentu.
- d. Memungkinkan kendaraan dan pejalan kaki untuk melintasi lalu lintas yang sangat ramai.
- e. Pengendalian lalu lintas menjadi lebih ekonomis dibandingkan metode manual.

Kerugian memasang lampu lalu lintas yang buruk pada persimpangan :

1. Meningkatkan frekuensi kecelakaan.
2. Penundaan yang terlalu lama.
3. Pelanggaran lampu lalu lintas.
4. Perjalanan memutar melalui rute yang lebih jauh.

Secara umum, lampu lalu lintas dipasang pada suatu persimpangan berdasarkan alasan spesifik berikut :

- a. Untuk meningkatkan keamanan sistem secara keseluruhan.
- b. Untuk mengurangi waktu tempuh rata-rata di sebuah persimpangan, sehingga meningkatkan kapasitas.
- c. Untuk menyeimbangkan kualitas pelayanan di seluruh aliran lalu lintas.

2.3. Persimpangan Jalan

Persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan yang merupakan pertemuan antar jalan dan perpotongan lintasan kendaraan. Persimpangan merupakan factor yang penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan, khususnya daerah perkotaan. Terdapat 2 jenis persimpangan yaitu persimpangan bersinyal dan persimpangan tanpa sinyal.

2.4 Logika Fuzzy

Logika fuzzy adalah cabang dari sistem kecerdasan buatan (Artificial Intelligent) yang mengemulasi kemampuan manusia dalam berfikir ke dalam bentuk algoritma yang kemudian dijalankan oleh mesin. Algoritma ini digunakan dalam berbagai aplikasi pemrosesan data yang tidak dapat direpresentasikan dalam bentuk biner. Logika fuzzy diperkenalkan pada tahun 1965 oleh Lotfi Zadeh yang merupakan perlengkapan matematika untuk melakukan komputasi variabel yang bersifat tidak pasti. Menurut buku yang dibuat oleh Kusumadewi, logika fuzzy menginterpretasikan pernyataan yang samar menjadi sebuah pengertian yang logis (Kusumadewi, 2010) atau fuzzy secara bahasa diartikan sebagai kabur atau samar-samar. Suatu nilai dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. Logika fuzzy digunakan untuk mengestimasi sesuatu, mengambil keputusan, dan sebagai kontrol mekanik. Dalam himpunan fuzzy dikenal derajat keanggotaan yang memiliki rentang nilai 0 sampai 1. Berbeda dengan himpunan tegas (crisp) dengan nilai keanggotaan hanya terdapat dua kemungkinan, yaitu 1 dan 0. Teori fuzzy menyediakan mekanisme untuk mempresentasikan ukuran

variabel linguistik seperti “padat”, “sedang”, “tidak padat”, dan sebagainya (Sivanandam, Deepa, & Sumanthi, 2007).

Beberapa alasan mengapa orang-orang menggunakan logika fuzzy untuk menyelesaikan kasus ini, karena konsep logika fuzzy lebih mudah dimengerti, sederhana, fleksibel, memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat, dan didasarkan pada bahasa alami.

Metode Mamdani merupakan salah satu metode *inferensi fuzzy* yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan optimalisasi lalu lintas. Metode Mamdani juga sering dikenal sebagai metode *Max-Min* yang telah diperkenalkan oleh Emrahin Mamdani tahun 1975.

Proses untuk mendapatkan *outputnya* dilakukan dalam 4 tahap, yaitu :

a. Pembentukan Himpunan *Fuzzy*

Pada metode mamdani, baik variabel input maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.

b. Fuzzifikasi

Proses penentuan derajat keanggotaan berdasarkan data masukan pengguna dari panjang antrian kendaraan dan lebar jalur.

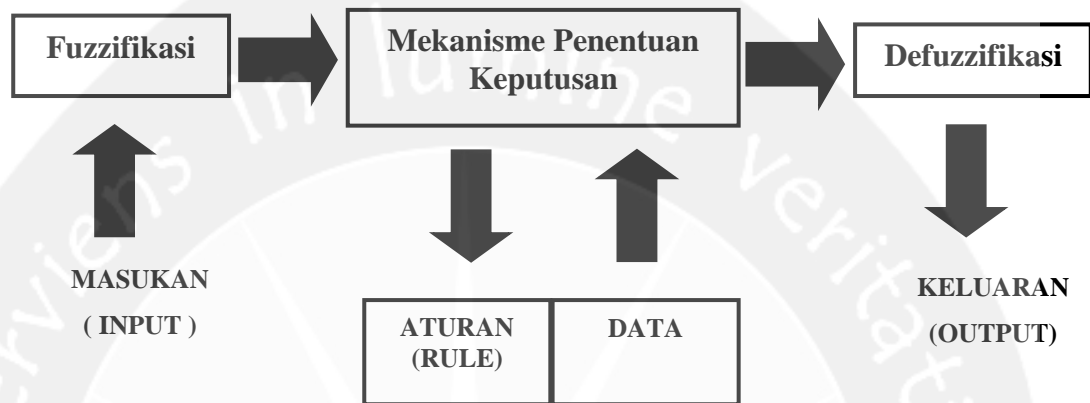
c. Inferensi Berdasarkan *Rule*

Dalam inferensi menggunakan metode mamdani adalah khususnya metode *minimum* dengan menggunakan operator *AND*. Nilai input akan dimasukkan dan telah dihitung akan menempati derajat keanggotaannya masing-masing dan untuk keluaran masing-masing *rule* akan diambil nilai terkecil atau *minimum* dari semua nilai yang telah dihitung.

d. Defuzzifikasi

Proses untuk menentukan keputusan akhir yang dihasilkan oleh penalaran dalam bentuk *fuzzy* berdasarkan pengeluaran *rule* berupa derajat keanggotaan menjadi variabel numerik *nonfuzzy*. Pada proses ini diperoleh dari suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan *fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam *range* tertentu maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu

sebagai *output*. Pada penulisan tugas akhir ini metode yang digunakan untuk defuzzifikasi komposisi aturan Mamdani adalah *Mean of Maximum* (MOM) dengan mengambil nilai rata-rata domain *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy* maksimum. (Koten, 2012).

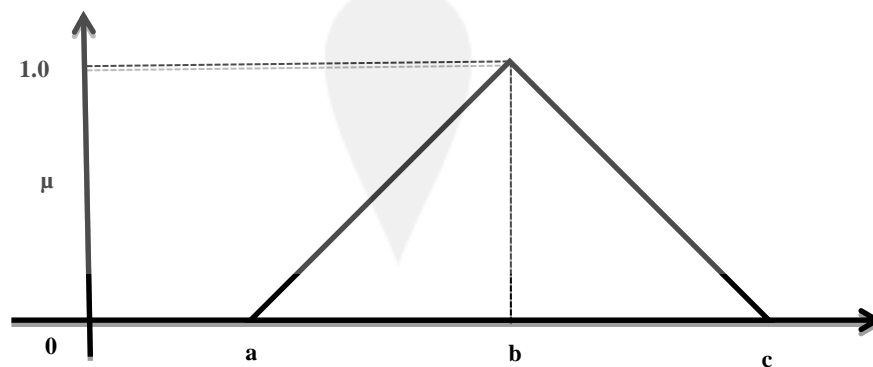


Gambar 1. Mekanisme Penentuan Keputusan Logika Fuzzy

Fungsi Keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data ke dalam nilai keanggotannya yang memiliki interval antara 1 dan 0. Melalui pendekatan fungsi maka akan mendapatkan nilai keanggotaan. Contoh gambar kurva atau grafik fungsi keanggotaan sebagai berikut:

a. Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya adalah 2 garis linear yang digabungkan.

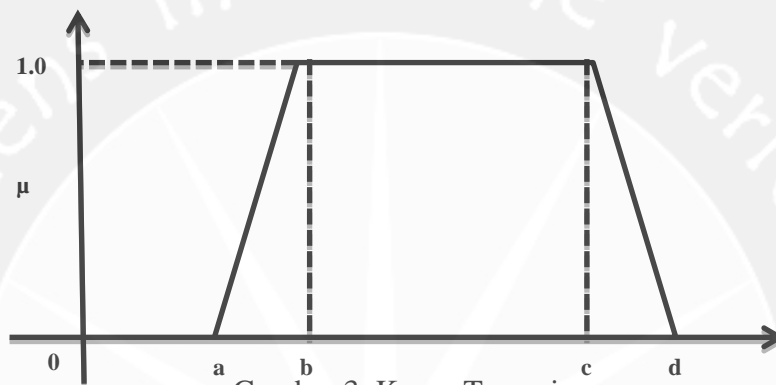


Gambar 2. Kurva Segitiga

Dengan fungsi keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; x \leq a & \text{atau } x \geq c \\ (x-a)/(b-a); a < x \leq b \\ (c-x)/(c-b); b < x < c \end{cases} \dots\dots (1)$$

b. Kurva Trapezium

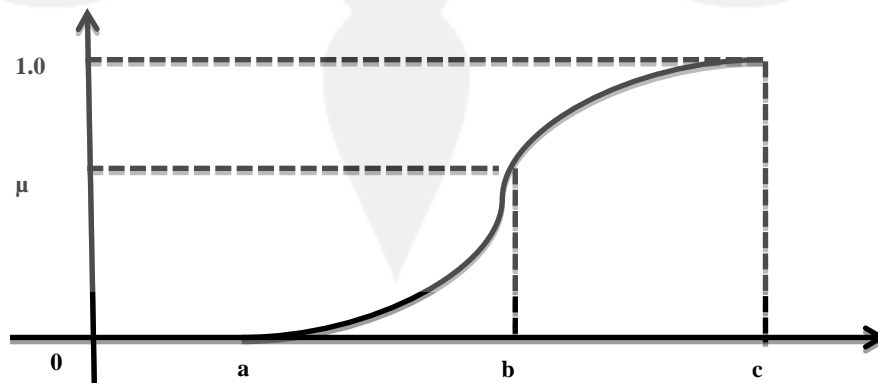


Gambar 3. Kurva Trapezium

Dengan fungsi keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; x \leq a & \text{atau } x \geq d \\ (x-a)/(b-a); a < x \leq b \\ 1; b < x \leq c \\ (d-x)/(d-c); c < x < d \end{cases} \dots\dots (2)$$

c. Kurva Sigmoid

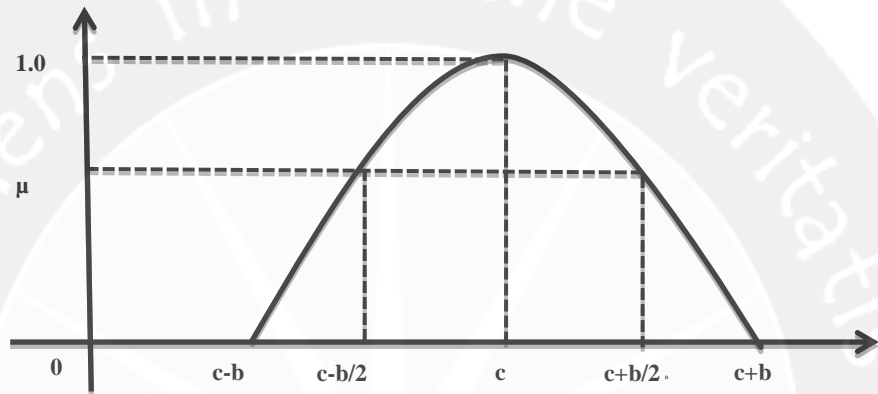


Gambar 4. Kurva Sigmoid

Dengan fungsi keanggotaan :

$$\mu[x; a, b, c] = \begin{cases} 0; x \leq a \\ 2((x-a)/(c-a))^2; a < x \leq b \\ 1 - 2((c-x)/(c-a))^2; b < x < c \\ 1; x \geq c \end{cases} \dots\dots (3)$$

d. Kurva Phi



Gambar 5. Kurva Phi

Dengan fungsi keanggotaan :

$$\mu[x; a, b, c] = \begin{cases} \mu[x; c-b, c-b/2, c]_{sigmoid}; x \leq c \\ \mu[x; c, c+b/2, c+b]_{sigmoid}; x > c \end{cases} \dots\dots (4)$$

BAB 3

MASALAH, TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Perumusan Masalah

Dalam penelitian ini dapat dijabarkan beberapa perumusan masalah yang ada, yaitu :

1. Bagaimana mengimplementasikan metode logika *fuzzy* untuk menentukan waktu durasi lampu hijau dalam pengaturan lampu lalu lintas di beberapa persimpangan di Yogyakarta?
2. Bagaimana perbandingan hasil perhitungan manual menggunakan Metode Mamdani *Mean of Maksimum* (MOM) dengan *Fuzzy Logic Toolbox* pada MATLAB?

3.2. Tujuan Penelitian

Tujuan khusus penelitian ini adalah:

1. Mengimplementasikan logika *fuzzy* untuk menentukan waktu durasi lampu hijau dalam sistem pengaturan lampu lalu lintas untuk memperoleh waktu durasi lampu hijau yang maksimal.
2. Memanfaatkan logika *fuzzy* untuk mengetahui jumlah maksimum detik lampu hijau pada suatu persimpangan.

3.3. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil utama pada penelitian adalah menghasilkan sebuah produk dalam bentuk prototype sistem perhitungan optimalisasi menggunakan *software* MATLAB.
2. Hasil yang lain adalah sebuah paper penelitian yang dipublikasikan minimal di jurnal nasional.

BAB 4

METODE PENELITIAN

4.1. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan adalah sebagai berikut :

a. Studi Literatur

Pada studi literatur akan dilakukan pengumpulan informasi dan data-data dari Dinas Perhubungan, Komunikasi, dan Informatika, berbagai buku referensi, internet, maupun sumber-sumber lain yang berkaitan dengan penelitian. Informasi yang didapat akan dianalisis dan diolah sehingga menjadikan ide yang berkaitan dengan sistem tersebut.

b. Wawancara

Pada wawancara akan melibatkan pegawai dari Dinas Perhubungan, Komunikasi, dan Informasi Daerah Istimewa Yogyakarta mengenai informasi kemacetan yang terjadi di persimpangan daerah Yogyakarta dan mengambil sampel gambar antrian kendaraan disalah satu persimpangan guna memperoleh data secara tepat dan akurat.

c. Analisis

Kebutuhan Perangkat Lunak: proses untuk menganalisis dan mendefinisikan data dan informasi yang akan dikembangkan, kemudian dikerjakan dalam laporan Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak (SKPL).

d. Perancangan Kebutuhan Perangkat Lunak

Dalam proses ini akan dilakukan pendeskripsian perancangan sistem yang akan dikembangkan mulai dari perancangan data, perancangan arsitektur, sampai dengan perancangan antarmuka. Perancangan tersebut akan dijabarkan lebih detail dalam laporan Deskripsi Perancangan Perangkat Lunak (DPPL).

e. Coding

Proses pembuatan program sesuai dengan rancangan sistem menggunakan bahasa pemrograman yang sesuai dan mengikuti kaidah pemrograman yang berlaku.

f. Pengujian

Proses yang dilakukan untuk menguji program yang dibuat, apakah sudah berjalan baik. Pengujian fungsionalitas perangkat lunak yang dilakukan oleh pengembang, dan hasilnya dilaporkan dalam Perencanaan, Deskripsi, dan Hasil Uji Perangkat Lunak (PDHUPL).

4.2 Alat Penelitian

Peralatan minimum yang digunakan dalam penelitian ini adalah komputer dengan spesifikasi Intel i3 processor 1,33 GHz, 667 MHz FSB, 2 MB L2 cache, 80 GB HDD 5400 rpm, 1 GB DDR. Untuk perangkat lunak yang digunakan adalah MATLAB.

BAB 5

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

5.1. Pendahuluan

Dalam penelitian ini, penulis memiliki berbagai langkah untuk mendapatkan hasil penelitian. Berikut ini penjelasan prosedur penelitian tentang Optimalisasi Lampu Lalu Lintas berbasis *Mamdani Fuzzy Inference System*.

5.2. Pengumpulan dan Pengolahan Data

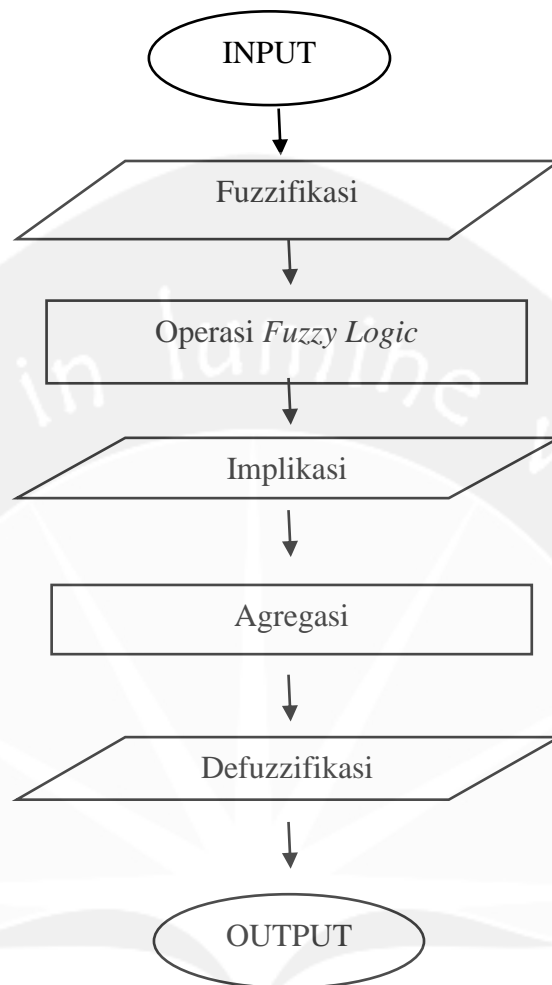
Data diambil dari wawancara dengan petugas Dinas Perhubungan, Komunikasi, dan Informatika Daerah Istimewa Yogyakarta. Data-data yang sudah ada diolah berdasarkan kebutuhan agar dapat dijadikan sebuah input serta akan dijadikan uji sistem. Panjang antrian kendaraan dan lebar jalur yang diatur, panjang antrian kendaraan dan lebar jalur selanjutnya digunakan sebagai data input atau masukkan sedangkan untuk output sendiri berupa durasi detik lampu hijau. Hal ini bertujuan untuk mempermudah penelitian dan membangun sebuah sistem untuk pengoptimalisasi lampu lalu lintas yang diimplementasikan dengan *Mamdani Fuzzy Inference System*.

5.3. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dapat didefinisikan sebagai penguraian dari suatu komponen informasi yang utuh ke dalam bagian bagian komponennya, dengan mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan dan kebutuhan yang diperlukan dalam penelitian.

5.4. Perancangan Desain Sistem

Perancangan desain sistem merupakan proses penerjemah sistem sesuai algoritma yang digunakan. Hal ini bertujuan agar program yang dibuat sesuai dengan hasil analisis kebutuhan. Desain sistem optimalisasi lampu lalu lintas ditampilkan dalam diagram alir seperti gambar 5.1.



Gambar 5.1 Diagram Alir Pengimplementasian dengan *Fuzzy Logic*

1. Fuzzifikasi sebagai suatu proses untuk menentukan derajat keanggotaan pada nilai linguistik sesuai dengan nilai inputan yang diberikan baik skalar maupun *fuzzy*.
2. Operasi *Fuzzy Logic* atau Operator Zadeh didefinisikan untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan *fuzzy* berdasarkan aturan yaitu
 - a. Operator *AND* : hasil yang diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil.
$$A \text{ AND } B = \min(A,B)$$
 - b. Operator *OR* : hasil yang diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar.
$$A \text{ OR } B = \text{Max}(A,B)$$

- c. Operator *NOT* : hasil yang diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan dari 1.

$$\mu A = 1 - \mu A[x]$$

3. Implikasi : Tiap-tiap aturan pada basis pengetahuan *fuzzy* akan berhubungan dengan suatu relasi *fuzzy*. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah:

IF x is A THEN y is B, dimana *IF* disebut sebagai anteseden, *THEN* disebut konsekuen, *x,y* merupakan skalar, dan *A,B* merupakan himpunan *fuzzy*.

4. Agregasi : menggabungkan semua nilai *fuzzy* dari keluaran implikasi dari seluruh aturan yang ada dengan mengambil hasil yang terbesar.
5. Defuzzifikasi : mengubah *fuzzy output* menjadi nilai tegas berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan.

5.5. Analisis

Pada bagian ini akan dilakukan analisis terhadap hasil dari *Fuzzy Logic Toolbox* untuk optimalisasi lampu lalu lintas. Analisis hasil ini dilakukan dengan cara membandingkan *Fuzzy Logic Toolbox* dengan perhitungan secara manual. Perhitungan secara manual dilakukan dengan cara menghitung masukan yang diberikan oleh pengguna menggunakan metode logika *fuzzy* dan menghasilkan data durasi lampu hijau yang sesuai dengan panjang antrian kendaraan masukan ke sistem. Pada bagian ini akan dijelaskan perhitungan dengan menggunakan grafik yang berbeda-beda sehingga dapat dilihat perbedaan hasil jika menggunakan grafik yang berbeda. Analisis perhitungan yang dilakukan akan menjelaskan tentang penggunaan grafik fungsi keanggotaan yang lebih baik serta mengeluarkan hasil yang lebih akurat.

Langkah-langkah penyelesaian:

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*
2. Fuzzifikasi
3. Inferensi berdasarkan *rule*
4. Defuzzifikasi

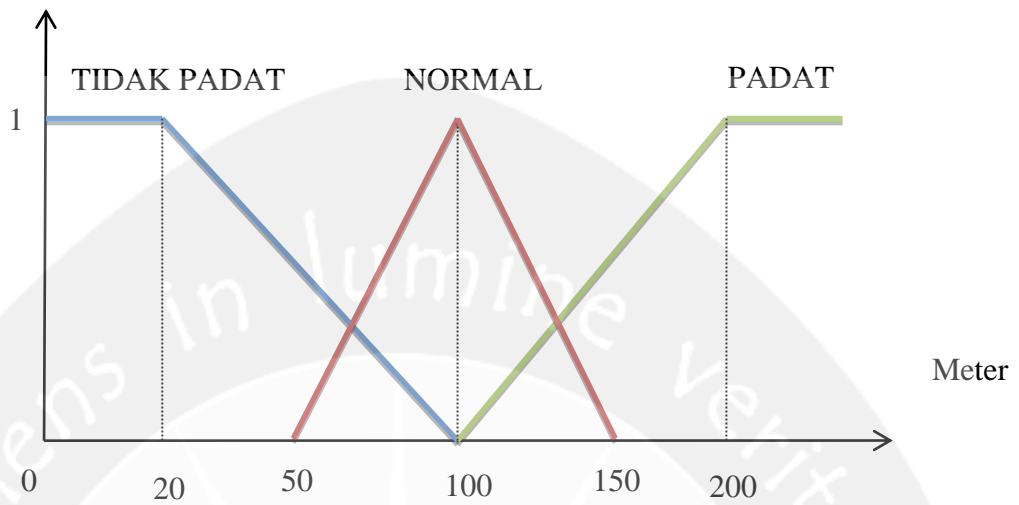
5.5.1. Pembentukan Himpunan Fuzzy

Tahap pertama untuk melakukan perhitungan membuat himpunan *fuzzy* pada masing-masing variabel. Terdapat 4 variabel masukan yang dibuat fungsi keanggotaannya, yaitu panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur (tidak padat, normal, dan padat), panjang antrian kendaraan pada jalur selanjutnya (pendek, sedang, dan panjang), lebar jalur yang diatur (sempit dan lebar), dan lebar jalur selanjutnya (sempit dan lebar). Sedangkan untuk durasi lampu hijau sebagai keluarannya atau *output* adalah cepat, sedang, agak lama, lama, dan sangat lama. (seperti terlihat pada tabel 5.1).

Tabel 5.1 Himpunan fuzzy masing-masing variabel

Fungsi	Variabel	Himpunan Fuzzy	Domain
Input	Panjang Antrian Kendaraan pada Jalur yang diatur	Tidak Padat (TP)	[0,0,20,100]
		Normal (N)	[50,100,150]
		Padat (P)	[100,200,200,200]
	Lebar Jalan pada Jalur yang diatur	Sempit (S)	[0,0,8]
		Lebar (L)	[6,11,11]
	Panjang Antrian Kendaraan pada Jalur Selanjutnya	Pendek (Pe)	[0,0,20,100]
		Sedang (Se)	[50,100,150]
		Panjang (Pa)	[100,200,200,200]
	Lebar Jalan Jalur Selanjutnya	Sempit (S)	[0,0,8]
		Lebar (L)	[6,11,11]
Output	Durasi Lampu Hijau	Sebentar (Sb)	[2,2,10,30]
		Sedang (Sd)	[10,30,50]
		Lama (La)	[30,50,70]
		Sangat Lama (Sl)	[50,70,70,70]

A. Himpunan panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur



Gambar 5.2 Grafik Fungsi Keanggotaan Panjang Antrian Kendaraan pada Jalur yang diatur

Dalam grafik fungsi keanggotaan jalur yang diatur terdapat 3 bagian yaitu tidak padat, normal, dan padat. Untuk bagian tidak padat berada di rentang 0 sampai 100 meter dan menggunakan grafik berbentuk trapezoid, bagian normal berada di rentang antara 50 sampai 150 meter dan berbentuk segitiga, dan bagian padat berada di rentang lebih dari 200 meter dan berbentuk trapezoid terbuka dimana tidak ada batasan untuk terpadatnya.

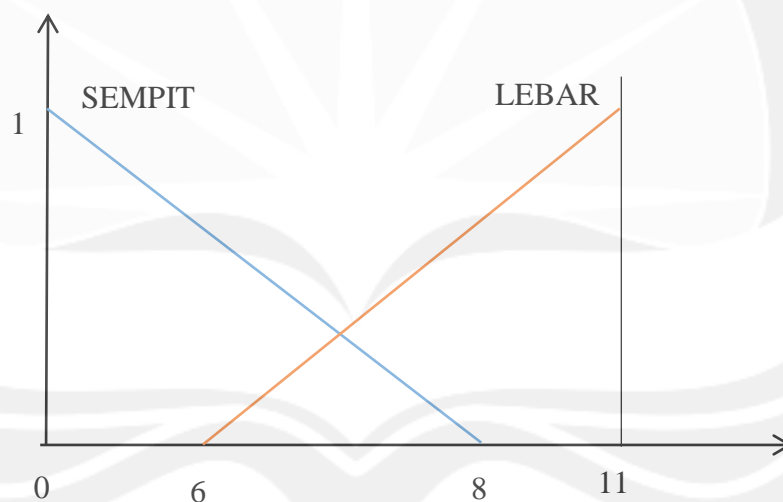
Dari grafik keanggotaan dapat dibuatkan formula derajat keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{tidakpadat} = \left\{ \begin{array}{ll} 1 & ; x \leq 20 \\ \frac{100 - x}{100 - 20} & ; x > 20 \text{ and } x < 100 \\ 0 & ; x \geq 100 \end{array} \right\} \dots(5.1)$$

$$\mu_{normal} = \left\{ \begin{array}{ll} 1 & ; x = 100 \\ \frac{x - 50}{100 - 50} & ; x < 100 \text{ and } x > 50 \\ \frac{150 - x}{150 - 100} & ; x > 100 \text{ and } x < 150 \\ 0 & ; x \geq 150 \text{ and } x \leq 50 \end{array} \right\} \dots(5.2)$$

$$\mu_{padat} = \left\{ \begin{array}{ll} 1 & ; x \geq 200 \\ \frac{x - 100}{200 - 100} & ; x > 100 \text{ and } x < 200 \\ 0 & ; x \leq 100 \end{array} \right\} \dots(5.3)$$

B. Himpunan lebar jalan pada jalur yang diatur



Gambar 5.3 Grafik Fungsi Keanggotaan Lebar Jalan pada Jalur yang Diatur

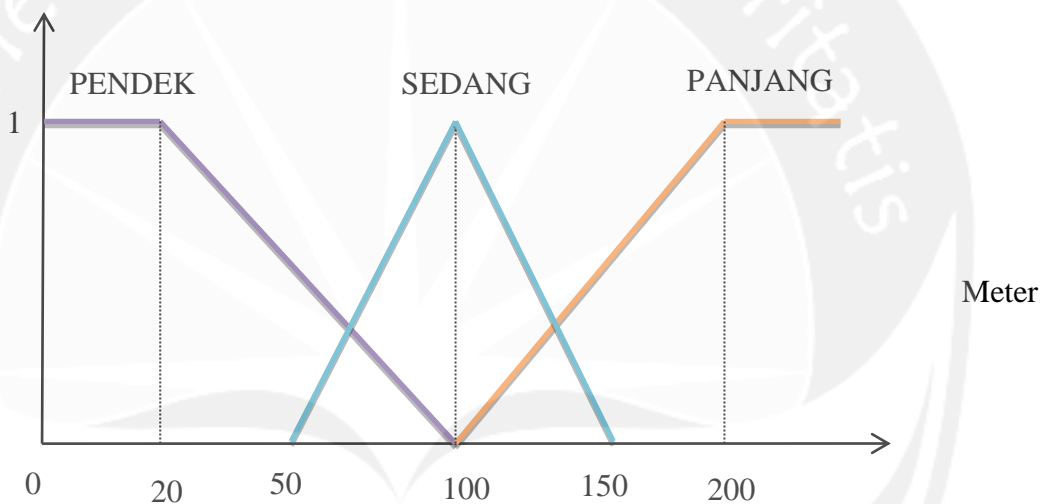
Dalam grafik fungsi keanggotaan lebar jalan pada jalur yang diatur terdapat 2 bagian yaitu sempit dan lebar. Untuk bagian sempit berada di rentang 0 sampai 8 meter dan bagian lebar berada di rentang antara 6 sampai 11 meter dengan menggunakan grafik segitiga.

Dari grafik keanggotaan dapat dibuatkan formula derajat keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{sempit} = \left\{ \begin{array}{ll} 1 & ; x = 0 \\ \frac{8-x}{8-0} & ; x > 0 \text{ and } x < 8 \\ 0 & ; x \geq 8 \end{array} \right\} \dots(5.4)$$

$$\mu_{lebar} = \left\{ \begin{array}{ll} 1 & ; x = 11 \\ \frac{x-6}{11-6} & ; x > 6 \text{ and } x < 11 \\ 0 & ; x \leq 6 \end{array} \right\} \dots(5.5)$$

C. Himpunan panjang antrian kendaraan pada jalur selanjutnya



Gambar 4.4 Grafik Fungsi Keanggotaan Panjang Antrian Kendaraan pada Jalur Selanjutnya

Dalam grafik fungsi keanggotaan jalur yang diatur terdapat 3 bagian yaitu pendek, sedang, dan panjang. Untuk bagian pendek berada di rentang 0 sampai 100 meter dan menggunakan grafik berbentuk trapezoid, bagian sedang berada di rentang antara 50 sampai 150 meter dan berbentuk segitiga, dan bagian panjang berada di rentang lebih dari 200 meter dan berbentuk trapezoid terbuka dimana tidak ada batasan untuk terpadatnya.

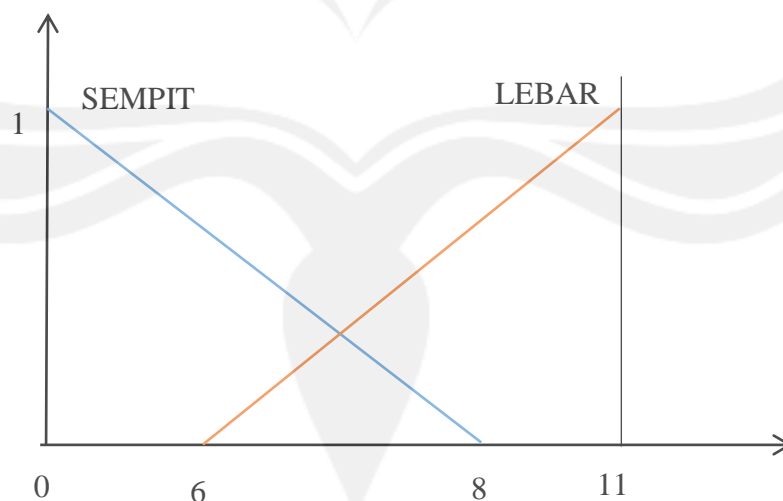
Dari grafik keanggotaan dapat dibuatkan formula derajat keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{pendek} = \left\{ \begin{array}{ll} 1 & ; x \leq 20 \\ \frac{100 - x}{100 - 20} & ; x > 20 \text{ and } x < 100 \\ 0 & ; x \geq 100 \end{array} \right\} \dots(5.6)$$

$$\mu_{sedang} = \left\{ \begin{array}{ll} 1 & ; x = 100 \\ \frac{x - 50}{100 - 50} & ; x < 100 \text{ and } x > 50 \\ \frac{150 - x}{150 - 100} & ; x > 100 \text{ and } x < 150 \\ 0 & ; x \geq 150 \text{ and } x \leq 50 \end{array} \right\} \dots(5.7)$$

$$\mu_{panjang} = \left\{ \begin{array}{ll} 1 & ; x \geq 200 \\ \frac{x - 100}{200 - 100} & ; x > 100 \text{ and } x < 200 \\ 0 & ; x \leq 100 \end{array} \right\} \dots(5.8)$$

D. Himpunan Lebar Jalur selanjutnya



Gambar 5.5 Grafik Fungsi Keanggotaan Lebar Jalan pada Jalur Selanjutnya

Dalam grafik fungsi keanggotaan lebar jalan pada jalur yang diatur terdapat 2 bagian yaitu sempit dan lebar. Untuk bagian sempit berada di rentang 0

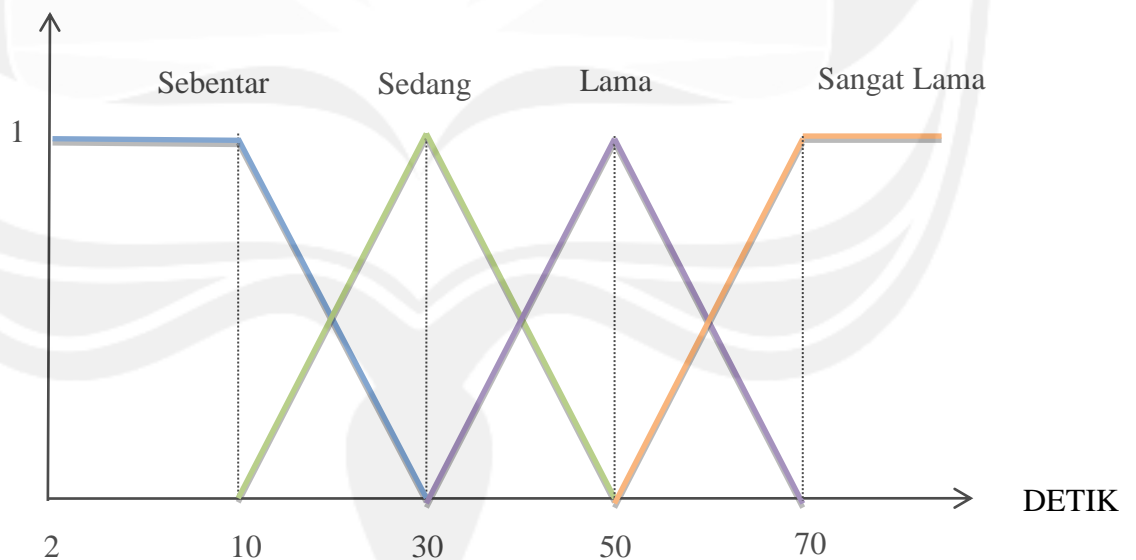
sampai 8 meter dan bagian lebar berada di rentang antara 6 sampai 11 meter dengan menggunakan grafik segitiga.

Dari grafik keanggotaan dapat dibuatkan formula derajat keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{sempit} = \begin{cases} 1 & ; x = 0 \\ \frac{8-x}{8-0} & ; x > 0 \text{ and } x < 8 \\ 0 & ; x \geq 8 \end{cases} \dots(5.9)$$

$$\mu_{lebar} = \begin{cases} 1 & ; x = 11 \\ \frac{x-6}{11-6} & ; x > 6 \text{ and } x < 11 \\ 0 & ; x \leq 6 \end{cases} \dots(5.10)$$

E. Himpunan durasi lampu hijau



Gambar 5.6 Grafik Fungsi Keanggotaan Durasi Lampu Hijau pada Jalur yang Diatur

Dalam grafik fungsi keanggotaan durasi lampu hijau terdapat 4 bagian yaitu sebentar, sedang, lama, dan sangat lama. Untuk bagian sebentar berada di rentang 2 sampai 30 detik dan menggunakan grafik berbentuk trapezoid,

bagian sedang berada di rentang antara 10 sampai 50 detik dan berbentuk segitiga, bagian lama berada di rentang antara 30 sampai 70 detik dan berbentuk segitiga, dan bagian sangat lama berada di rentang lebih dari 70 detik dan berbentuk trapezoid terbuka dimana tidak ada batasan untuk terlamanya.

Dari grafik keanggotaan dapat dibuatkan formula derajat keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{Sebenar} = \left\{ \begin{array}{ll} 1 & ; x \leq 2 \\ \frac{30-x}{30-10} & ; x > 10 \text{ and } x < 30 \\ 0 & ; x \geq 30 \end{array} \right\} \dots(5.11)$$

$$\mu_{sedang} = \left\{ \begin{array}{ll} 1 & ; x = 30 \\ \frac{x-10}{30-10} & ; x < 30 \text{ and } x > 10 \\ \frac{50-x}{50-30} & ; x > 30 \text{ and } x < 50 \\ 0 & ; x \geq 50 \text{ and } x \leq 10 \end{array} \right\} \dots(5.12)$$

$$\mu_{lama} = \left\{ \begin{array}{ll} 1 & ; x = 50 \\ \frac{x-30}{50-30} & ; x < 50 \text{ and } x > 30 \\ \frac{70-x}{70-50} & ; x > 50 \text{ and } x < 70 \\ 0 & ; x \geq 70 \text{ and } x \leq 30 \end{array} \right\} \dots(5.13)$$

$$\mu_{sangatlama} = \left\{ \begin{array}{ll} 1 & ; x \geq 70 \\ \frac{x-50}{70-50} & ; x > 50 \text{ and } x < 70 \\ 0 & ; x \leq 50 \end{array} \right\} \dots(5.14)$$

5.5.2. Fuzzifikasi

Tahap kedua untuk mengubah masukan-masukan yang nilai kebenarannya bersifat pasti ke dalam bentuk *fuzzy input* yang berupa tingkat derajat keanggotaannya. Pada tahap ini akan dilakukan juga perhitungan. Untuk setiap data akan dilakukan proses fuzzifikasi dengan masukan data adalah sebagai berikut :

- a. Panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur: panjang antrian kendaraan yang akan diatur untuk menambahkan durasi lampu hijau dengan melihat kepadatan jalan.
- b. Panjang antrian kendaraan pada jalur selanjutnya: panjang antrian yang akan dikurangkan dengan durasi lampu hijau dengan melihat kepadatannya.
- c. Lebar jalan jalur yang akan diatur: lebar jalan yang nantinya akan diatur sesuai dengan jalur kepadatannya.
- d. Lebar jalan jalur selanjutnya: lebar jalan yang nantinya akan diatur setelahnya sesuai dengan jalur kepadatannya.

Sebagai contoh dalam proses ini pengguna memberikan beberapa kasus sebagai berikut:

Tabel 5.2 Input Panjang Antrian Kendaraan pada saat lampu merah menyala

No	Panjang Antrian yang Diatur	Lebar jalan yang Diatur	Panjang Antrian Selanjutnya	Lebar jalan Selanjutnya	
1	96	8.1	141	10.5	Condong Catur arah selatan dan barat jam 07.00
	141	10.5	121	8.1	Condong Catur arah barat dan utara jam 07.00
	121	8.1	165	8.4	Condong Catur arah utara dan timur jam 07.00
	165	8.4	96	8.1	Condong Catur arah timur dan selatan jam 07.00
2	245	10.8	130	3.3	Seturan barat dan utara

					jam 17.00
	130	3.3	187	8.1	Seturan utara dan timur jam 17.00
	187	8.1	156	2.7	Seturan timur dan selatan jam 17.00
	156	2.7	245	10.8	Seturan selatan dan barat jam 17.00
3	113	3	144	10.8	Monjali utara dan timur jam 21.00
	144	10.8	109	3	Monjali timur dan selatan jam 21.00
	109	3	237	10.8	Monjali selatan dan barat jam 21.00
	237	10.8	113	3	Monjali barat dan utara jam 21.00

5.5.3. Inferensi berdasarkan aturan (*Rule*)

Tahap ketiga adalah pembuatan aturan dari nilai input yang telah dihitung akan menempati derajat keanggotaannya masing-masing. Nilai μ yang telah didapatkan dari tahap fuzzifikasi akan diterapkan dalam perhitungan aturan. Untuk keluaran masing-masing *rule* akan diambil nilai terkecil atau *minimum* yang menggunakan “*and*” dari semua nilai yang telah dihitung. Sedangkan operator “*or*” mengambil nilai terbesar.

Aturan :

1. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat **and** lebar jalan yang diatur sempit **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya pendek **and** lebar jalan selanjutnya sempit **then** durasi lampu hijau sebentar.
2. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat **and** lebar jalan yang diatur sempit **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya pendek **and** lebar jalan selanjutnya lebar **then** durasi lampu hijau sebentar.
3. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat **and** lebar jalan yang diatur sempit **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya sedang **and** lebar jalan selanjutnya sempit **then** durasi lampu hijau sebentar.

4. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat **and** lebar jalan yang diatur sempit **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya sedang **and** lebar jalan selanjutnya lebar **then** durasi lampu hijau sebentar.
5. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat **and** lebar jalan yang diatur sempit **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya panjang **and** lebar jalan selanjutnya sempit **then** durasi lampu hijau sebentar.
6. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat **and** lebar jalan yang diatur sempit **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya panjang **and** lebar jalan selanjutnya lebar **then** durasi lampu hijau sebentar.
7. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat **and** lebar jalan yang diatur lebar **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya pendek **and** lebar jalan selanjutnya sempit **then** durasi lampu hijau sebentar.
8. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat **and** lebar jalan yang diatur lebar **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya pendek **and** lebar jalan selanjutnya lebar **then** durasi lampu hijau sebentar.
9. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat **and** lebar jalan yang diatur lebar **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya sedang **and** lebar jalan selanjutnya sempit **then** durasi lampu hijau sebentar.
10. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat **and** lebar jalan yang diatur lebar **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya sedang **and** lebar jalan selanjutnya lebar **then** durasi lampu hijau sebentar.
11. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat **and** lebar jalan yang diatur lebar **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya panjang **and** lebar jalan selanjutnya sempit **then** durasi lampu hijau sebentar.

12. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat **and** lebar jalan yang diatur sempit **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya panjang **and** lebar jalan selanjutnya lebar **then** durasi lampu hijau sebentar.
13. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur normal **and** lebar jalan yang diatur sempit **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya pendek **and** lebar jalan selanjutnya sempit **then** durasi lampu hijau sebentar.
14. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur normal **and** lebar jalan yang diatur sempit **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya pendek **and** lebar jalan selanjutnya lebar **then** durasi lampu hijau sedang.
15. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur normal **and** lebar jalan yang diatur sempit **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya sedang **and** lebar jalan selanjutnya sempit **then** durasi lampu hijau sedang.
16. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur normal **and** lebar jalan yang diatur sempit **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya sedang **and** lebar jalan selanjutnya lebar **then** durasi lampu hijau sedang.
17. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur normal **and** lebar jalan yang diatur sempit **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya panjang **and** lebar jalan selanjutnya sempit **then** durasi lampu hijau sedang.
18. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur normal **and** lebar jalan yang diatur sempit **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya panjang **and** lebar jalan selanjutnya lebar **then** durasi lampu hijau sedang.
19. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur normal **and** lebar jalan yang diatur lebar **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya pendek **and** lebar jalan selanjutnya sempit **then** durasi lampu hijau sebentar.
20. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur normal **and** lebar jalan yang diatur lebar **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya pendek **and** lebar jalan selanjutnya lebar **then** durasi lampu hijau sebentar

21. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur normal **and** lebar jalan yang diatur lebar **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya sedang **and** lebar jalan selanjutnya sempit **then** durasi lampu hijau sedang.
22. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur normal **and** lebar jalan yang diatur lebar **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya sedang **and** lebar jalan selanjutnya lebar **then** durasi lampu hijau sedang.
23. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur normal **and** lebar jalan yang diatur lebar **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya panjang **and** lebar jalan selanjutnya sempit **then** durasi lampu hijau sedang.
24. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur normal **and** lebar jalan yang diatur sempit **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya panjang **and** lebar jalan selanjutnya lebar **then** durasi lampu hijau sedang.
25. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat **and** lebar jalan yang diatur sempit **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya pendek **and** lebar jalan selanjutnya sempit **then** durasi lampu hijau lama.
26. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat **and** lebar jalan yang diatur sempit **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya pendek **and** lebar jalan selanjutnya lebar **then** durasi lampu hijau lama.
27. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat **and** lebar jalan yang diatur sempit **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya sedang **and** lebar jalan selanjutnya sempit **then** durasi lampu hijau lama.
28. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat **and** lebar jalan yang diatur sempit **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya sedang lebar jalan selanjutnya lebar **then** durasi lampu hijau lama.
29. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat **and** lebar jalan yang diatur sempit **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya panjang **and** lebar jalan selanjutnya sempit **then** durasi lampu hijau lama.
30. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat **and** lebar jalan yang diatur sempit **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya panjang **and** lebar jalan selanjutnya lebar **then** durasi lampu hijau lama.

31. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat **and** lebar jalan yang diatur lebar **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya pendek **and** lebar jalan selanjutnya sempit **then** durasi lampu hijau lama.
32. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat lebar jalan yang diatur lebar **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya pendek **and** lebar jalan selanjutnya lebar **then** durasi lampu hijau lama.
33. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat **and** lebar jalan yang diatur lebar **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya sedang **and** lebar jalan selanjutnya sempit **then** durasi lampu hijau lama.
34. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat **and** lebar jalan yang diatur lebar **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya sedang **and** lebar jalan selanjutnya lebar **then** durasi lampu hijau lama.
35. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat **and** lebar jalan yang diatur lebar **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya panjang **and** lebar jalan selanjutnya sempit **then** durasi lampu hijau lama.
36. **If** panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat **and** lebar jalan yang diatur sempit **and** panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya panjang **and** lebar jalan selanjutnya lebar **then** durasi lampu hijau sangat lama.

5.5.4. Defuzzifikasi

Tahap keempat adalah defuzzifikasi dimana hasil dari semua perhitungan dengan menggunakan data dari dalam basis data pada bagian aturan dikumpulkan menjadi satu, lalu akan ditarik sebuah kesimpulan mencari nilai pada masing-masing rule yang memiliki nilai μ pada outputnya dengan metode Mamdani MOM (*Mean of Maximum*) yaitu diambil nilai rata-rata domain samar yang memiliki nilai maksimum pada nilai yang dianut pada variabel outputnya, dengan menghitung khususnya pada grafik segitiga.

$$MOM = \frac{a + c}{2}$$

Keterangan :

a = batas tepi terkecil

c = batas tepi terbesar



BAB 6

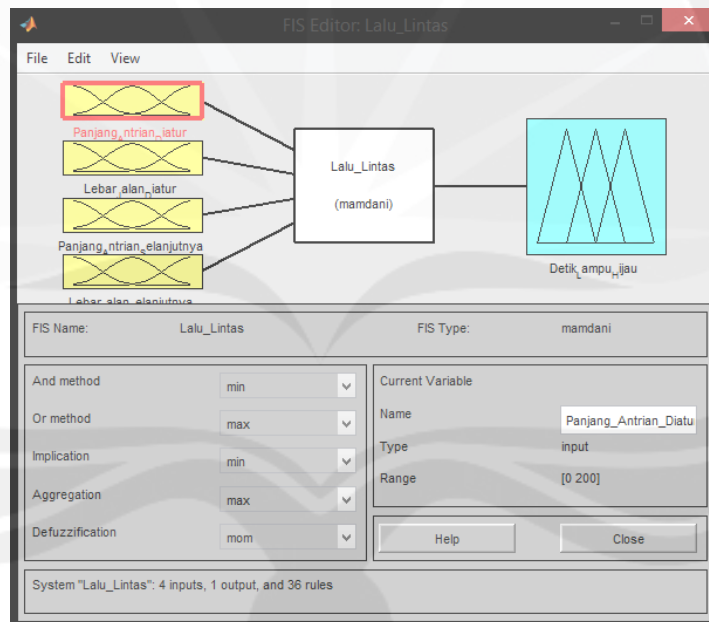
HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan membahas penggunaan *Toolbox Fuzzy Logic* dan sistem Implementasi untuk optimalisasi lampu lalu lintas. Implementasi ini digunakan untuk menjabarkan atau mendeskripsikan bagian-bagian dalam sistem. Sedangkan pengujian digunakan untuk menganalisis apakah sistem sudah dibuat memenuhi target yang ingin dicapai.

6.1. Implementasi Fuzzy Logic Toolbox

Fuzzy Inference System(FIS)

Untuk menghitung jumlah sebuah detik lampu hijau pada masing-masing simpang jalan, penulis menggunakan *fuzzy inference system*. Menggunakan *Fuzzy Logic Toolbox* yang ada pada aplikasi Matlab R2013a dengan tipe Mamdani.

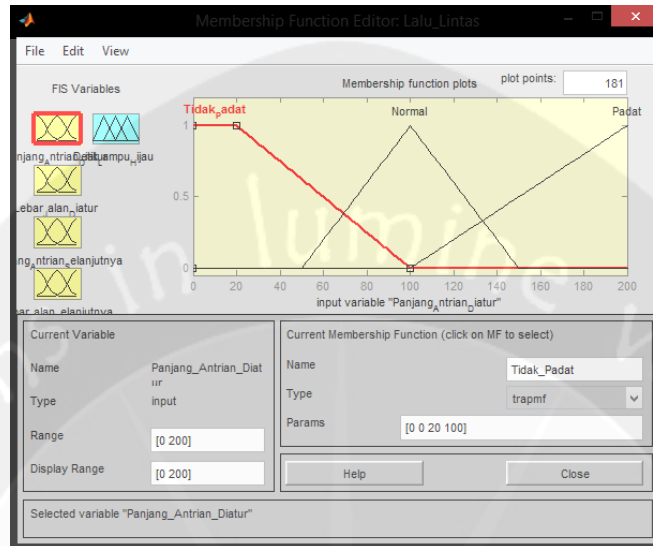


Gambar 6.1 Model *Fuzzy Logic*

Dengan variabel linguistik yang digunakan sebagai berikut:

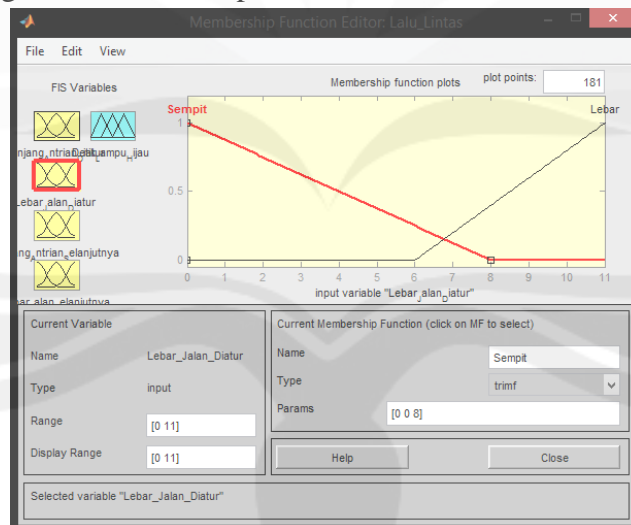
a. Variabel Input

Panjang Antrian Kendaraan yang Diatur: tidak padat, normal, dan padat.



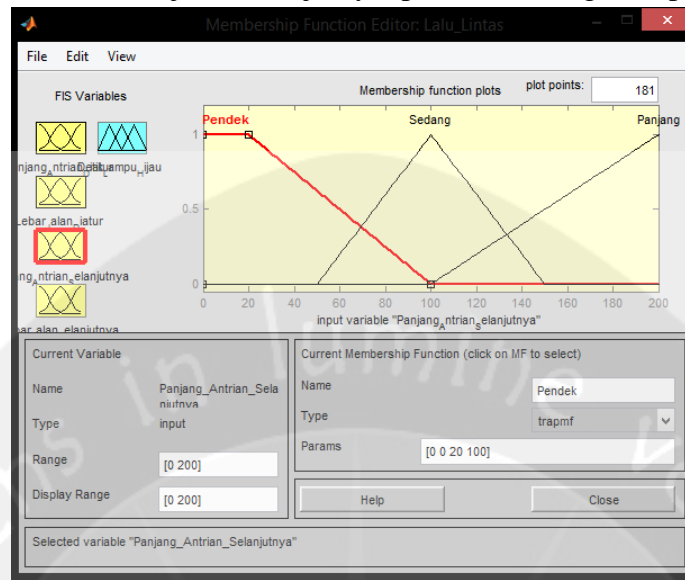
Gambar 6.2 Model input panjang antrian kendaraan yang diatur

Lebar Jalan yang akan diatur: sempit dan lebar



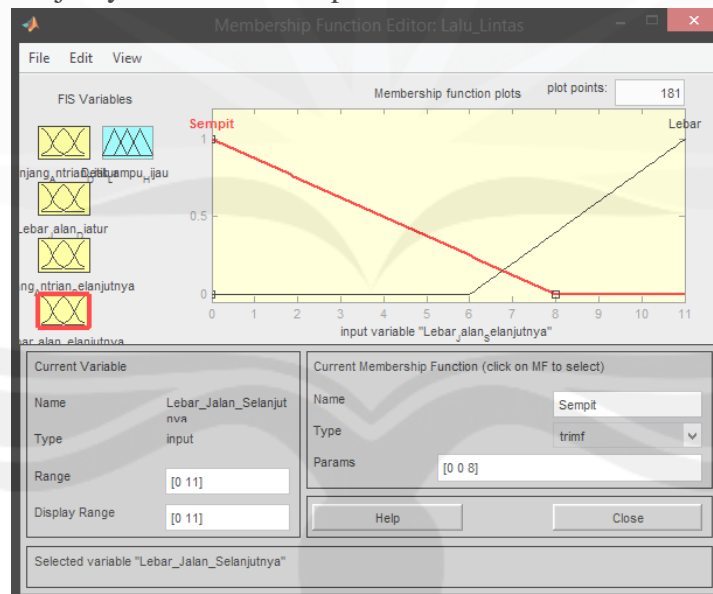
Gambar 6.3 Model input lebar jalan yang akan diatur

Panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya: pendek, sedang, dan panjang



Gambar 6.4 Model input panjang kendaraan pada jalur selanjutnya

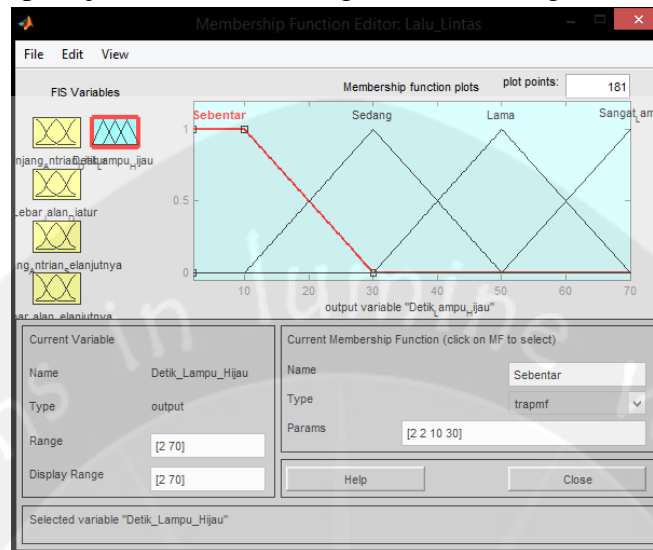
Lebar jalur selanjutnya: lebar dan sempit



Gambar 6.5 Model input lebar jalur selanjutnya

b. Variabel Output

Durasi lama lampu hijau: sebentar, sedang, lama, dan sangat lama



Gambar 6.6 Model output durasi lama lampu hijau

6.2. Implementasi Sistem

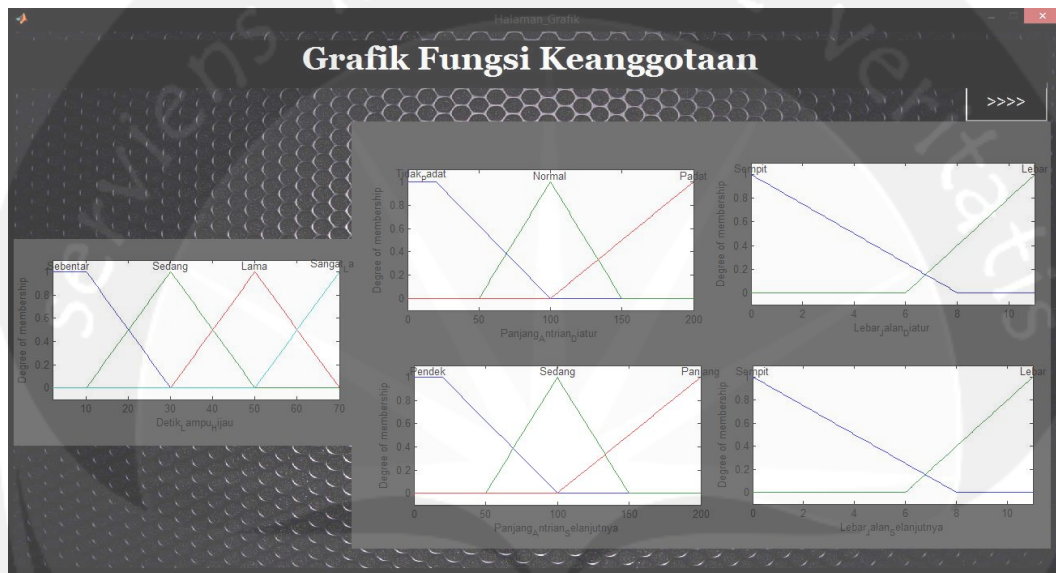
6.2.1. Halaman Utama

Gambar 6.7 Tampilan Halaman Utama

Gambar 6.7 merupakan halaman utama ketika pengguna membuka aplikasi implementasi. Menu ini digunakan oleh pengguna untuk menginputkan data panjang antrian dan lebar jalur pada setiap jalur persimpangannya untuk mendapatkan hasil lama detik lampu

hijau dan menampilkan derajat keanggotaan dari setiap masing masing persimpangan. Adapun *button* pada halaman utama dapat masuk ke dalam *Fuzzy Logic Toolbox* jika mau memodifikasi atau mengubah grafik keanggotaan, atau ingin mengedit dan menambahkan *rule* maka dapat masuk ke *button rule editor*. Adapun *button rule viewer* yang digunakan untuk melihat atau menginputkan melihat hasil melalui *rule* yang sudah dibuat sebelumnya.

6.2.2. Halaman Grafik Fungsi Keanggotaan



Gambar 6.8 Halaman Grafik Fungsi Keanggotaan

Pada gambar 6.8. merupakan halaman untuk menampilkan grafik fungsi keanggotaan dari *input* sampai *output* yang sudah dibuat sebelumnya dengan menggunakan *Fuzzy Logic Toolbox*.

6.3. Pengujian

Dalam melakukan pengujian penulis menggunakan semua kasus yang disediakan.

6.3.1. Perhitungan Manual

1. Fuzzifikasi : mencari nilai derajat keanggotaan dari setiap masukan-masukan yang nilai kebenarannya bersifat pasti. Dari kasus diatas maka dapat dilakukan perhitungan nilai μ atau derajat keanggotaan masing-masing jalur. Perhitungannya sebagai berikut:

Kasus 1 :

- a. Mengambil perempatan Condong Catur jalur selatan dan barat untuk mencari durasi lampu hijau pada jalur yang diatur.

Panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur (selatan) : 96 meter

$$\mu_{tp} (\text{tidak padat}) = \frac{100 - 96}{100 - 20} = 0.05$$

$$\mu_n (\text{normal}) = \frac{96 - 50}{100 - 50} = 0.92$$

$$\mu_p (\text{padat}) = 0$$

Lebar Jalur Kendaraan yang diatur : 8.1 meter

$$\mu_s (\text{sempit}) = 0$$

$$\mu_l (\text{lebar}) = \frac{11 - 8.1}{11 - 6} = 0.42$$

Panjang antrian kendaraan pada jalur selanjutnya (barat) : 141 meter

$$\mu_{pe} (\text{pendek}) = 0$$

$$\mu_{se} (\text{sedang}) = \frac{150 - 141}{150 - 100} = 0.18$$

$$\mu_{pa} (\text{panjang}) = \frac{141 - 100}{200 - 100} = 0.41$$

Lebar Jalur Kendaraan Selanjutnya : 10.5 meter

$$\mu_s (\text{sempit}) = 0$$

$$\mu_l (\text{lebar}) = \frac{10.5 - 6}{11 - 6} = 0.90$$

- b. Mengambil perempatan Condong Catur jalur barat dan utara untuk mencari durasi lampu hijau pada jalur yang diatur.

Panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur (barat) : 141 meter

$$\mu_{pe} (\text{tidak padat}) = 0$$

$$\mu_{se} (\text{normal}) = \frac{150 - 141}{150 - 100} = 0.18$$

$$\mu_{pa}(\text{padat}) = \frac{141 - 100}{200 - 100} = 0.41$$

Lebar Jalur Kendaraan yang diatur : 10.5 meter

$$\mu_s(\text{sempit}) = 0$$

$$\mu_l(\text{lebar}) = \frac{10.5 - 6}{11 - 6} = 0.90$$

Panjang antrian kendaraan pada jalur selanjutnya (utara): 121 meter

$$\mu_{pe}(\text{pendek}) = 0$$

$$\mu_{se}(\text{sedang}) = \frac{150 - 121}{150 - 100} = 0.58$$

$$\mu_{pa}(\text{panjang}) = \frac{121 - 100}{200 - 100} = 0.21$$

Lebar Jalur Kendaraan Selanjutnya: 8.1 meter

$$\mu_s(\text{sempit}) = 0$$

$$\mu_l(\text{lebar}) = \frac{10.5 - 6}{11 - 6} = 0.42$$

- c. Mengambil perempatan Condong Catur jalur utara dan timur untuk mencari durasi lampu hijau pada jalur yang diatur.

Panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur (utara): 121 meter

$$\mu_{pe}(\text{tidak padat}) = 0$$

$$\mu_{se}(\text{normal}) = \frac{150 - 121}{150 - 100} = 0.58$$

$$\mu_{pa}(\text{padat}) = \frac{121 - 100}{200 - 100} = 0.21$$

Lebar Jalur Kendaraan yang diatur: 8.1 meter

$$\mu_s(\text{sempit}) = 0$$

$$\mu_l(\text{lebar}) = \frac{10.5 - 6}{11 - 6} = 0.42$$

Panjang antrian kendaraan pada jalur selanjutnya (timur) : 165 meter

$$\mu_{pe}(\text{pendek}) = 0$$

$$\mu_{se}(\text{sedang}) = 0$$

$$\mu_{pa}(\text{panjang}) = \frac{165 - 100}{200 - 100} = 0.65$$

Lebar Jalur Kendaraan Selanjutnya : 8.4 meter

$$\mu_s(\text{sempit}) = 0$$

$$\mu_l(\text{lebar}) = \frac{8.4 - 6}{11 - 6} = 0.48$$

- d. Mengambil perempatan Condong Catur jalur timur dan selatan untuk mencari durasi lampu hijau pada jalur yang diatur.

Panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur (timur) : 165 meter

$$\mu_{pe}(\text{pendek}) = 0$$

$$\mu_{se}(\text{sedang}) = 0$$

$$\mu_{pa}(\text{panjang}) = \frac{165 - 100}{200 - 100} = 0.65$$

Lebar Jalur Kendaraan yang diatur : 8.4 meter

$$\mu_s(\text{sempit}) = 0$$

$$\mu_l(\text{lebar}) = \frac{8.4 - 6}{11 - 6} = 0.48$$

Panjang antrian kendaraan pada jalur selannjutnya (selatan) : 96 meter

$$\mu_{tp}(\text{tidak padat}) = \frac{100 - 96}{100 - 20} = 0.05$$

$$\mu_n(\text{normal}) = \frac{96 - 50}{100 - 50} = 0.92$$

$$\mu_p(\text{padat}) = 0$$

Lebar Jalur Kendaraan selanjutnya: 8.1 meter

$$\mu_s(\text{sempit}) = 0$$

$$\mu_l(\text{lebar}) = \frac{11 - 8.1}{11 - 6} = 0.42$$

Kasus 2 :

- a. Mengambil perempatan Seturan jalur barat dan utara untuk mencari durasi lampu hijau pada jalur yang diatur.

Panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur (barat) : 245 meter

$$\mu_{tp} (\text{tidak padat}) = 0$$

$$\mu_n (\text{normal}) = 0$$

$$\mu_p (\text{padat}) = 1$$

Lebar Jalur Kendaraan yang diatur : 10.8 meter

$$\mu_s (\text{sempit}) = 0$$

$$\mu_l (\text{lebar}) = \frac{11 - 10.8}{11 - 6} = 0.96$$

Panjang antrian kendaraan pada jalur selanjutnya (utara) : 130 meter

$$\mu_{pe} (\text{pendek}) = 0$$

$$\mu_{se} (\text{sedang}) = \frac{150 - 130}{150 - 100} = 0.4$$

$$\mu_{pa} (\text{panjang}) = \frac{130 - 100}{200 - 100} = 0.3$$

Lebar Jalur Kendaraan Selanjutnya : 3.3 meter

$$\mu_s (\text{sempit}) = \frac{8 - 3.3}{8 - 0} = 0.59$$

$$\mu_l (\text{lebar}) = 0$$

- b. Mengambil perempatan Seturan jalur utara dan timur untuk mencari durasi lampu hijau pada jalur yang diatur.

Panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur (utara) : 130 meter

$$\mu_{pe} (\text{tidak padat}) = 0$$

$$\mu_{se} (\text{normal}) = \frac{150 - 130}{150 - 100} = 0.4$$

$$\mu_{pa} (\text{padat}) = \frac{130 - 100}{200 - 100} = 0.3$$

Lebar Jalur Kendaraan yang diatur : 3.3 meter

$$\mu_s (\text{sempit}) = \frac{8 - 3.3}{8 - 0} = 0.59$$

$$\mu_l (\text{lebar}) = 0$$

Panjang antrian kendaraan pada jalur selanjutnya (timur) : 187 meter

$$\mu_{tp} (\text{pendek}) = 0$$

$$\mu_n (\text{sedang}) = 0$$

$$\mu_p (\text{panjang}) = \frac{187 - 100}{200 - 100} = 0.87$$

Lebar Jalur Kendaraan yang diatur : 8.1 meter

$$\mu_s (\text{sempit}) = 0$$

$$\mu_l (\text{lebar}) = \frac{11 - 8.1}{11 - 6} = 0.42$$

- c. Mengambil perempatan Seturan jalur timur dan selatan untuk mencari durasi lampu hijau pada jalur yang diatur.

Panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur (timur) : 187 meter

$$\mu_{tp} (\text{tidak padat}) = 0$$

$$\mu_n (\text{normal}) = 0$$

$$\mu_p (\text{padat}) = \frac{187 - 100}{200 - 100} = 0.87$$

Lebar Jalur Kendaraan yang diatur : 8.1 meter

$$\mu_s (\text{sempit}) = 0$$

$$\mu_l (\text{lebar}) = \frac{11 - 8.1}{11 - 6} = 0.42$$

Panjang antrian kendaraan pada jalur selanjutnya (selatan) : 156 meter

$$\mu_{pe} (\text{pendek}) = 0$$

$$\mu_{se} (\text{sedang}) = 0$$

$$\mu_{pa} (\text{panjang}) = \frac{156 - 100}{200 - 100} = 0.56$$

Lebar Jalur Kendaraan selanjutnya : 2.7 meter

$$\mu_s (\text{sempit}) = \frac{8 - 2.7}{8 - 0} = 0.66$$

$$\mu_l (\text{lebar}) = 0$$

- d. Mengambil perempatan Seturan jalur selatan dan barat untuk mencari durasi lampu hijau pada jalur yang diatur.

Panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur (selatan) : 156 meter

$$\mu_{pe} (\text{tidak padat}) = 0$$

$$\mu_{se} (\text{normal}) = 0$$

$$\mu_{pa} (\text{padat}) = \frac{156 - 100}{200 - 100} = 0.56$$

Lebar Jalur Kendaraan yang diatur : 2.7 meter

$$\mu_s (\text{sempit}) = \frac{8 - 2.7}{8 - 0} = 0.66$$

$$\mu_l (\text{lebar}) = 0$$

Panjang antrian kendaraan pada jalur selanjutnya (barat) : 245 meter

$$\mu_{tp} (\text{tidak padat}) = 0$$

$$\mu_n (\text{normal}) = 0$$

$$\mu_p (\text{padat}) = 1$$

Lebar Jalur Kendaraan selanjutnya : 10.8 meter

$$\mu_s (\text{sempit}) = 0$$

$$\mu_l (\text{lebar}) = \frac{11 - 10.8}{11 - 6} = 0.96$$

Kasus 3 :

- a. Mengambil perempatan Monjali jalur utara dan timur untuk mencari durasi lampu hijau pada jalur yang diatur.

Panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur (utara) : 113 meter

$$\mu_{tp} (\text{tidak padat}) = 0$$

$$\mu_n(\text{normal}) = \frac{150 - 113}{150 - 100} = 0.74$$

$$\mu_p(\text{padat}) = \frac{113 - 100}{200 - 100} = 0.13$$

Lebar Jalur Kendaraan yang diatur : 3 meter

$$\mu_s(\text{sempit}) = \frac{8 - 3}{8 - 0} = 0.66$$

$$\mu_l(\text{lebar}) = 0$$

Panjang antrian kendaraan pada jalur selanjutnya (timur) : 144 meter

$$\mu_{pe}(\text{pendek}) = 0$$

$$\mu_{se}(\text{sedang}) = \frac{150 - 144}{150 - 100} = 0.12$$

$$\mu_{pa}(\text{panjang}) = \frac{144 - 100}{200 - 100} = 0.44$$

Lebar Jalur Kendaraan Selanjutnya : 10.8 meter

$$\mu_s(\text{sempit}) = 0$$

$$\mu_l(\text{lebar}) = \frac{11 - 10.8}{11 - 6} = 0.96$$

- b. Mengambil perempatan Monjali jalur timur dan selatan untuk mencari durasi lampu hijau pada jalur yang diatur.

Panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur (timur) : 144 meter

$$\mu_{pe}(\text{tidak padat}) = 0$$

$$\mu_{se}(\text{normal}) = \frac{150 - 144}{150 - 100} = 0.12$$

$$\mu_{pa}(\text{padat}) = \frac{144 - 100}{200 - 100} = 0.44$$

Lebar Jalur Kendaraan yang diatur : 10.8 meter

$$\mu_s(\text{sempit}) = 0$$

$$\mu_l(\text{lebar}) = \frac{11 - 10.8}{11 - 6} = 0.96$$

Panjang antrian kendaraan pada jalur selanjutnya (selatan) : 109 meter

$$\mu_{pe}(\text{pendek}) = 0$$

$$\mu_{se}(\text{sedang}) = \frac{150 - 109}{150 - 100} = 0.82$$

$$\mu_{pa}(\text{panjang}) = \frac{109 - 100}{200 - 100} = 0.09$$

Lebar Jalur Kendaraan Selanjutnya : 3 meter

$$\mu_s(\text{sempit}) = \frac{8 - 3}{8 - 0} = 0.63$$

$$\mu_l(\text{lebar}) = 0$$

- c. Mengambil perempatan Monjali jalur selatan dan barat untuk mencari durasi lampu hijau pada jalur yang diatur.

Panjang antrian kendaraan pada yang diatur(selatan): 109 meter

$$\mu_{pe}(\text{tidak padat}) = 0$$

$$\mu_{se}(\text{normal}) = \frac{150 - 109}{150 - 100} = 0.82$$

$$\mu_{pa}(\text{padat}) = \frac{109 - 100}{200 - 100} = 0.09$$

Lebar Jalur Kendaraan yang diatur : 3 meter

$$\mu_s(\text{sempit}) = \frac{8 - 3}{8 - 0} = 0.63$$

$$\mu_l(\text{lebar}) = 0$$

Panjang antrian kendaraan pada jalur selanjutnya (barat) : 237 meter

$$\mu_{pe}(\text{pendek}) = 0$$

$$\mu_{se}(\text{sedang}) = 0$$

$$\mu_{pa}(\text{panjang}) = 1$$

Lebar Jalur Kendaraan selanjutnya : 10.8 meter

$$\mu_s (\text{sempit}) = 0$$

$$\mu_l (\text{lebar}) = \frac{11 - 10.8}{11 - 6} = 0.96$$

- d. Mengambil perempatan Monjali jalur barat dan utara untuk mencari durasi lampu hijau pada jalur yang diatur.

Panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur (barat) : 237 meter

$$\mu_{pe} (\text{pendek}) = 0$$

$$\mu_{se} (\text{sedang}) = 0$$

$$\mu_{pa} (\text{panjang}) = 1$$

Lebar Jalur Kendaraan yang diatur : 10.8 meter

$$\mu_s (\text{sempit}) = 0$$

$$\mu_l (\text{lebar}) = \frac{11 - 10.8}{11 - 6} = 0.96$$

Panjang antrian kendaraan pada jalur selanjutnya (utara) : 113 meter

$$\mu_{tp} (\text{pendek}) = 0$$

$$\mu_n (\text{sedang}) = \frac{150 - 113}{150 - 100} = 0.74$$

$$\mu_p (\text{panjang}) = \frac{113 - 100}{200 - 100} = 0.13$$

Lebar Jalur Kendaraan selanjutnya : 3 meter

$$\mu_s (\text{sempit}) = \frac{8 - 3}{8 - 0} = 0.66$$

$$\mu_l (\text{lebar}) = 0$$

2. Inferensi berdasarkan aturan (*rule*) untuk melakukan penalaran dengan mencari min atau nilai terkecil dari derajat keanggotaan yang digunakan pada aturan yang sudah dibuat.

KASUS 1

- a. Mengambil perempatan Condong Catur jalur selatan yang akan diatur dan barat jalur selanjutnya untuk mencari durasi lampu hijau pada jalur yang diatur.

No	Panjang Antrian yang Diatur	Lebar jalan yang Diatur	Panjang Antrian Selanjutnya	Lebar jalan Selanjutnya	
1	96	8.1	141	10.5	Condong Catur arah selatan dan barat jam 07.00

Tabel 6.1 Tabel Aturan yang dipilih Condong Catur jalur Selatan

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
1	Tidak Padat (0.05)	Sempit (0)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
2	Tidak Padat (0.05)	Sempit (0)	Pendek (0)	Lebar (0.9)	Sebentar (0)
3	Tidak Padat (0.05)	Sempit (0)	Sedang (0.18)	Sempit (0)	Sebentar (0)
4	Tidak Padat (0.05)	Sempit (0)	Sedang (0.18)	Lebar (0.9)	Sebentar (0)
5	Tidak Padat (0.05)	Sempit (0)	Panjang (0.41)	Sempit (0)	Sebentar (0)
6	Tidak Padat (0.05)	Sempit (0)	Panjang (0.41)	Lebar (0.9)	Sebentar (0)
7	Tidak Padat (0.05)	Lebar (0.42)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
8	Tidak Padat (0.05)	Lebar (0.42)	Pendek (0)	Lebar (0.9)	Sebentar (0)
9	Tidak Padat (0.05)	Lebar (0.42)	Sedang (0.18)	Sempit (0)	Sebentar (0)
10	Tidak Padat (0.05)	Lebar (0.42)	Sedang (0.18)	Lebar (0.9)	Sebentar (0.05)
11	Tidak Padat (0.05)	Lebar (0.42)	Panjang (0.41)	Sempit (0)	Sebentar (0)
12	Tidak Padat (0.05)	Lebar (0.42)	Panjang (0.41)	Lebar (0.9)	Sebentar (0.05)
13	Normal (0.92)	Sempit (0)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
14	Normal (0.92)	Sempit (0)	Pendek (0)	Lebar (0.9)	Sedang (0)
15	Normal (0.92)	Sempit (0)	Sedang (0.18)	Sempit (0)	Sedang (0)
16	Normal (0.92)	Sempit (0)	Sedang (0.18)	Lebar (0.9)	Sedang (0)
17	Normal (0.92)	Sempit (0)	Panjang (0.41)	Sempit (0)	Sedang (0)
18	Normal (0.92)	Sempit (0)	Panjang (0.41)	Lebar (0.9)	Sedang (0)
19	Normal (0.92)	Lebar (0.42)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
20	Normal (0.92)	Lebar (0.42)	Pendek (0)	Lebar (0.9)	Sebentar (0)
21	Normal (0.92)	Lebar (0.42)	Sedang (0.18)	Sempit (0)	Sedang (0)
22	Normal (0.92)	Lebar (0.42)	Sedang (0.18)	Lebar (0.9)	Sedang (0.18)
23	Normal (0.92)	Lebar (0.42)	Panjang (0.41)	Sempit (0)	Sedang (0)
24	Normal (0.92)	Lebar (0.42)	Panjang (0.41)	Lebar (0.9)	Sedang (0.41)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
25	Padat (0)	Sempit (0)	Pendek (0)	Sempit (0)	Lama (0)
26	Padat (0)	Sempit (0)	Pendek (0)	Lebar (0.9)	Lama (0)
27	Padat (0)	Sempit (0)	Sedang (0.18)	Sempit (0)	Lama (0)
28	Padat (0)	Sempit (0)	Sedang (0.18)	Lebar (0.9)	Lama (0)
29	Padat (0)	Sempit (0)	Panjang (0.41)	Sempit (0)	Lama (0)
30	Padat (0)	Sempit (0)	Panjang (0.41)	Lebar (0.9)	Lama (0)
31	Padat (0)	Lebar (0.42)	Pendek (0)	Sempit (0)	lama (0)
32	Padat (0)	Lebar (0.42)	Pendek (0)	Lebar (0.9)	lama (0)
33	Padat (0)	Lebar (0.42)	Sedang (0.18)	Sempit (0)	lama (0)
34	Padat (0)	Lebar (0.42)	Sedang (0.18)	Lebar (0.9)	lama (0)
35	Padat (0)	Lebar (0.42)	Panjang (0.41)	Sempit (0)	Lama (0)
36	Padat (0)	Lebar (0.42)	Panjang (0.41)	Lebar (0.9)	Sangat Lama (0)

- b. Mengambil perempatan Condong Catur jalur barat yang akan diatur dan utara jalur selanjutnya untuk mencari durasi lampu hijau pada jalur yang diatur.

No	Panjang Antrian yang Diatur	Lebar jalan yang Diatur	Panjang Antrian Selanjutnya	Lebar jalan Selanjutnya	
	141	10.5	121	8.1	Condong Catur arah barat dan utara jam 07.00

Tabel 6.2 Tabel Aturan yang dipilih Condong Catur jalur Barat

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
1	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
2	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Pendek (0)	Lebar (0.42)	Sebentar (0)
3	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Sedang (0.58)	Sempit (0)	Sebentar (0)
4	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Sedang (0.58)	Lebar (0.42)	Sebentar (0)
5	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Panjang (0.21)	Sempit (0)	Sebentar (0)
6	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Panjang (0.21)	Lebar (0.42)	Sebentar (0)
7	Tidak Padat (0)	Lebar (0.9)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
8	Tidak Padat (0)	Lebar (0.9)	Pendek (0)	Lebar (0.42)	Sebentar (0)
9	Tidak Padat (0)	Lebar (0.9)	Sedang (0.58)	Sempit (0)	Sebentar (0)
10	Tidak Padat (0)	Lebar (0.9)	Sedang (0.58)	Lebar (0.42)	Sebentar (0.05)
11	Tidak Padat (0)	Lebar (0.9)	Panjang (0.21)	Sempit (0)	Sebentar (0)
12	Tidak Padat (0)	Lebar (0.9)	Panjang (0.21)	Lebar (0.42)	Sebentar (0.05)
13	Normal (0.18)	Sempit (0)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
14	Normal	Sempit	Pendek (0)	Lebar (0.42)	Sedang (0)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
	(0.18)	(0)			
15	Normal (0.18)	Sempit (0)	Sedang (0.58)	Sempit (0)	Sedang (0)
16	Normal (0.18)	Sempit (0)	Sedang (0.58)	Lebar (0.42)	Sedang (0)
17	Normal (0.18)	Sempit (0)	Panjang (0.21)	Sempit (0)	Sedang (0)
18	Normal (0.18)	Sempit (0)	Panjang (0.21)	Lebar (0.42)	Sedang (0)
19	Normal (0.18)	Lebar (0.9)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
20	Normal (0.18)	Lebar (0.9)	Pendek (0)	Lebar (0.42)	Sebentar (0)
21	Normal (0.18)	Lebar (0.9)	Sedang (0.58)	Sempit (0)	Sedang (0)
22	Normal (0.18)	Lebar (0.9)	Sedang (0.58)	Lebar (0.42)	Sedang (0.18)
23	Normal (0.18)	Lebar (0.9)	Panjang (0.21)	Sempit (0)	Sedang (0)
24	Normal (0.18)	Lebar (0.9)	Panjang (0.21)	Lebar (0.42)	Sedang (0.18)
25	Padat (0.41)	Sempit (0)	Pendek (0)	Sempit (0)	Lama (0)
26	Padat (0.41)	Sempit (0)	Pendek (0)	Lebar (0.42)	Lama (0)
27	Padat (0.41)	Sempit (0)	Sedang (0.58)	Sempit (0)	Lama (0)
28	Padat (0.41)	Sempit (0)	Sedang (0.58)	Lebar (0.42)	Lama (0)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
29	Padat (0.41)	Sempit (0)	Panjang (0.21)	Sempit (0)	Lama (0)
30	Padat (0.41)	Sempit (0)	Panjang (0.21)	Lebar (0.42)	Lama (0)
31	Padat (0.41)	Lebar (0.9)	Pendek (0)	Sempit (0)	lama (0)
32	Padat (0.41)	Lebar (0.9)	Pendek (0)	Lebar (0.42)	lama (0)
33	Padat (0.41)	Lebar (0.9)	Sedang (0.58)	Sempit (0)	lama (0)
34	Padat (0.41)	Lebar (0.9)	Sedang (0.58)	Lebar (0.42)	lama (0,41)
35	Padat (0.41)	Lebar (0.9)	Panjang (0.21)	Sempit (0)	Lama (0)
36	Padat (0.41)	Lebar (0.9)	Panjang (0.21)	Lebar (0.42)	Sangat Lama (0,21)

- c. Mengambil perempatan Condong Catur jalur utara yang akan diatur dan timur jalur selanjutnya untuk mencari durasi lampu hijau pada jalur yang diatur.

No	Panjang Antrian yang Diatur	Lebar jalan yang Diatur	Panjang Antrian Selanjutnya	Lebar jalan Selanjutnya	
	121	8.1	165	8.4	Condong Catur arah utara dan timur jam 07.00

Tabel 6.3 Tabel Aturan yang dipilih Condong Catur jalur Utara

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
1	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
2	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Pendek (0)	Lebar (0.48)	Sebentar (0)
3	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Sedang (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
4	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Sedang (0)	Lebar (0.48)	Sebentar (0)
5	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Panjang (0.65)	Sempit (0)	Sebentar (0)
6	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Panjang (0.65)	Lebar (0.48)	Sebentar (0)
7	Tidak Padat (0)	Lebar (0.42)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
8	Tidak Padat (0)	Lebar (0.42)	Pendek (0)	Lebar (0.48)	Sebentar (0)
9	Tidak Padat (0)	Lebar (0.42)	Sedang (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
10	Tidak Padat (0)	Lebar (0.42)	Sedang (0)	Lebar (0.48)	Sebentar (0.05)
11	Tidak Padat (0)	Lebar (0.42)	Panjang (0.65)	Sempit (0)	Sebentar (0)
12	Tidak Padat (0)	Lebar (0.42)	Panjang (0.65)	Lebar (0.48)	Sebentar (0.05)
13	Normal (0.58)	Sempit (0)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
14	Normal	Sempit (0)	Pendek (0)	Lebar (0.48)	Sedang (0)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
	(0.58)				
15	Normal (0.58)	Sempit (0)	Sedang (0)	Sempit (0)	Sedang (0)
16	Normal (0.58)	Sempit (0)	Sedang (0)	Lebar (0.48)	Sedang (0)
17	Normal (0.58)	Sempit (0)	Panjang (0.65)	Sempit (0)	Sedang (0)
18	Normal (0.58)	Sempit (0)	Panjang (0.65)	Lebar (0.48)	Sedang (0)
19	Normal (0.58)	Lebar (0.42)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
20	Normal (0.58)	Lebar (0.42)	Pendek (0)	Lebar (0.48)	Sebentar (0)
21	Normal (0.58)	Lebar (0.42)	Sedang (0)	Sempit (0)	Sedang (0)
22	Normal (0.58)	Lebar (0.42)	Sedang (0)	Lebar (0.48)	Sedang (0.18)
23	Normal (0.58)	Lebar (0.42)	Panjang (0.65)	Sempit (0)	Sedang (0)
24	Normal (0.58)	Lebar (0.42)	Panjang (0.65)	Lebar (0.48)	Sedang (0.42)
25	Padat (0.21)	Sempit (0)	Pendek (0)	Sempit (0)	Lama (0)
26	Padat (0.21)	Sempit (0)	Pendek (0)	Lebar (0.48)	Lama (0)
27	Padat (0.21)	Sempit (0)	Sedang (0)	Sempit (0)	Lama (0)
28	Padat (0.21)	Sempit (0)	Sedang (0)	Lebar (0.48)	Lama (0)
29	Padat (0.21)	Sempit (0)	Panjang (0.65)	Sempit (0)	Lama (0)
30	Padat (0.21)	Sempit (0)	Panjang (0.65)	Lebar (0.48)	Lama (0)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
31	Padat (0.21)	Lebar (0.42)	Pendek (0)	Sempit (0)	lama (0)
32	Padat (0.21)	Lebar (0.42)	Pendek (0)	Lebar (0.48)	lama (0)
33	Padat (0.21)	Lebar (0.42)	Sedang (0)	Sempit (0)	lama (0)
34	Padat (0.21)	Lebar (0.42)	Sedang (0)	Lebar (0.48)	lama (0)
35	Padat (0.21)	Lebar (0.42)	Panjang (0.65)	Sempit (0)	Lama (0)
36	Padat (0.21)	Lebar (0.42)	Panjang (0.65)	Lebar (0.48)	Sangat Lama (0,21)

- d. Mengambil perempatan Condong Catur jalur timur yang akan diatur dan selatan jalur selanjutnya untuk mencari durasi lampu hijau pada jalur yang diatur.

No	Panjang Antrian yang Diatur	Lebar jalan yang Diatur	Panjang Antrian Selanjutnya	Lebar jalan Selanjutnya	
	165	8.4	96	8.1	Condong Catur arah timur dan selatan jam 07.00

Tabel 6.4 Tabel Aturan yang dipilih Condong Catur jalur Timur

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
1	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Pendek (0.05)	Sempit (0)	Sebentar (0)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
2	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Pendek (0.05)	Lebar (0.42)	Sebentar (0)
3	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Sedang (0.92)	Sempit (0)	Sebentar (0)
4	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Sedang (0.92)	Lebar (0.42)	Sebentar (0)
5	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Panjang (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
6	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Panjang (0)	Lebar (0.42)	Sebentar (0)
7	Tidak Padat (0)	Lebar (0.48)	Pendek (0.05)	Sempit (0)	Sebentar (0)
8	Tidak Padat (0)	Lebar (0.48)	Pendek (0.05)	Lebar (0.42)	Sebentar (0)
9	Tidak Padat (0)	Lebar (0.48)	Sedang (0.92)	Sempit (0)	Sebentar (0)
10	Tidak Padat (0)	Lebar (0.48)	Sedang (0.92)	Lebar (0.42)	Sebentar (0)
11	Tidak Padat (0)	Lebar (0.48)	Panjang (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
12	Tidak Padat (0)	Lebar (0.48)	Panjang (0)	Lebar (0.42)	Sebentar (0.05)
13	Normal (0)	Sempit (0)	Pendek (0.05)	Sempit (0)	Sebentar (0)
14	Normal (0)	Sempit (0)	Pendek (0.05)	Lebar (0.42)	Sedang (0)
15	Normal (0)	Sempit (0)	Sedang (0.92)	Sempit (0)	Sedang (0)
16	Normal (0)	Sempit (0)	Sedang (0.92)	Lebar (0.42)	Sedang (0)
17	Normal (0)	Sempit (0)	Panjang (0)	Sempit (0)	Sedang (0)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
18	Normal (0)	Sempit (0)	Panjang (0)	Lebar (0.42)	Sedang (0)
19	Normal (0)	Lebar (0.48)	Pendek (0.05)	Sempit (0)	Sebentar (0)
20	Normal (0)	Lebar (0.48)	Pendek (0.05)	Lebar (0.42)	Sebentar (0)
21	Normal (0)	Lebar (0.48)	Sedang (0.92)	Sempit (0)	Sedang (0)
22	Normal (0)	Lebar (0.48)	Sedang (0.92)	Lebar (0.42)	Sedang (0)
23	Normal (0)	Lebar (0.48)	Panjang (0)	Sempit (0)	Sedang (0)
24	Normal (0)	Lebar (0.48)	Panjang (0)	Lebar (0.42)	Sedang (0)
25	Padat (0.65)	Sempit (0)	Pendek (0.05)	Sempit (0)	Lama (0)
26	Padat (0.65)	Sempit (0)	Pendek (0.05)	Lebar (0.42)	Lama (0)
27	Padat (0.65)	Sempit (0)	Sedang (0.92)	Sempit (0)	Lama (0)
28	Padat (0.65)	Sempit (0)	Sedang (0.92)	Lebar (0.42)	Lama (0)
29	Padat (0.65)	Sempit (0)	Panjang (0)	Sempit (0)	Lama (0)
30	Padat (0.65)	Sempit (0)	Panjang (0)	Lebar (0.42)	Lama (0)
31	Padat (0.65)	Lebar (0.48)	Pendek (0.05)	Sempit (0)	lama (0)
32	Padat (0.65)	Lebar (0.48)	Pendek (0.05)	Lebar (0.42)	lama (0.05)
33	Padat (0.65)	Lebar (0.48)	Sedang (0.92)	Sempit (0)	lama (0)
34	Padat (0.65)	Lebar (0.48)	Sedang (0.92)	Lebar (0.42)	lama (0.42)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
35	Padat (0.65)	Lebar (0.48)	Panjang (0)	Sempit (0)	Lama (0)
36	Padat (0.65)	Lebar (0.48)	Panjang (0)	Lebar (0.42)	Sangat Lama (0)

KASUS 2

- a. Mengambil perempatan Seturan jalur barat yang akan diatur dan utara jalur selanjutnya untuk mencari durasi lampu hijau pada jalur yang diatur.

No	Panjang Antrian yang Diatur	Lebar jalan yang Diatur	Panjang Antrian Selanjutnya	Lebar jalan Selanjutnya	
2	245	10.8	131	3.3	Seturan barat dan utara jam 17.00

Tabel 6.5 Tabel Aturan yang dipilih Seturan jalur Barat

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
1	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Pendek (0)	Sempit (0.59)	Sebentar (0)
2	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Pendek (0)	Lebar (0)	Sebentar (0)
3	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Sedang (0.4)	Sempit (0.59)	Sebentar (0)
4	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Sedang (0.4)	Lebar (0)	Sebentar (0)
5	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Panjang (0.3)	Sempit (0.59)	Sebentar (0)
6	Tidak Padat	Sempit (0)	Panjang	Lebar (0)	Sebentar (0)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
	(0)		(0.3)		
7	Tidak Padat (0)	Lebar (0.96)	Pendek (0)	Sempit (0.59)	Sebentar (0)
8	Tidak Padat (0)	Lebar (0.96)	Pendek (0)	Lebar (0)	Sebentar (0)
9	Tidak Padat (0)	Lebar (0.96)	Sedang (0.4)	Sempit (0.59)	Sebentar (0)
10	Tidak Padat (0)	Lebar (0.96)	Sedang (0.4)	Lebar (0)	Sebentar (0)
11	Tidak Padat (0)	Lebar (0.96)	Panjang (0.3)	Sempit (0.59)	Sebentar (0)
12	Tidak Padat (0)	Lebar (0.96)	Panjang (0.3)	Lebar (0)	Sebentar (0)
13	Normal (0)	Sempit (0)	Pendek (0)	Sempit (0.59)	Sebentar (0)
14	Normal (0)	Sempit (0)	Pendek (0)	Lebar (0)	Sedang (0)
15	Normal (0)	Sempit (0)	Sedang (0.4)	Sempit (0.59)	Sedang (0)
16	Normal (0)	Sempit (0)	Sedang (0.4)	Lebar (0)	Sedang (0)
17	Normal (0)	Sempit (0)	Panjang (0.3)	Sempit (0.59)	Sedang (0)
18	Normal (0)	Sempit (0)	Panjang (0.3)	Lebar (0)	Sedang (0)
19	Normal (0)	Lebar (0.96)	Pendek (0)	Sempit (0.59)	Sebentar (0)
20	Normal (0)	Lebar (0.96)	Pendek (0)	Lebar (0)	Sebentar (0)
21	Normal (0)	Lebar (0.96)	Sedang (0.4)	Sempit (0.59)	Sedang (0)
22	Normal (0)	Lebar (0.96)	Sedang (0.4)	Lebar (0)	Sedang (0)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
23	Normal (0)	Lebar (0.96)	Panjang (0.3)	Sempit (0.59)	Sedang (0)
24	Normal (0)	Lebar (0.96)	Panjang (0.3)	Lebar (0)	Sedang (0)
25	Padat (1)	Sempit (0)	Pendek (0)	Sempit (0.59)	Lama (0)
26	Padat (1)	Sempit (0)	Pendek (0)	Lebar (0)	Lama (0)
27	Padat (1)	Sempit (0)	Sedang (0.4)	Sempit (0.59)	Lama (0)
28	Padat (1)	Sempit (0)	Sedang (0.4)	Lebar (0)	Lama (0)
29	Padat (1)	Sempit (0)	Panjang (0.3)	Sempit (0.59)	Lama (0)
30	Padat (1)	Sempit (0)	Panjang (0.3)	Lebar (0)	Lama (0)
31	Padat (1)	Lebar (0.96)	Pendek (0)	Sempit (0.59)	lama (0)
32	Padat (1)	Lebar (0.96)	Pendek (0)	Lebar (0)	lama (0)
33	Padat (1)	Lebar (0.96)	Sedang (0.4)	Sempit (0.59)	lama (0.4)
34	Padat (1)	Lebar (0.96)	Sedang (0.4)	Lebar (0)	lama (0)
35	Padat (1)	Lebar (0.96)	Panjang (0.3)	Sempit (0.59)	Lama (0.3)
36	Padat (1)	Lebar (0.96)	Panjang (0.3)	Lebar (0)	Sangat Lama (0)

- b. Mengambil perempatan Seturan jalur utara yang akan diatur dan timur jalur selanjutnya untuk mencari durasi lampu hijau pada jalur yang diatur.

No	Panjang Antrian yang Diatur	Lebar jalan yang Diatur	Panjang Antrian Selanjutnya	Lebar jalan Selanjutnya	
	130	3.3	187	8.1	Seturan utara dan timur jam 17.00

Tabel 6.6 Tabel Aturan yang dipilih Seturan jalur Utara

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
1	Tidak Padat (0)	Sempit (0.59)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
2	Tidak Padat (0)	Sempit (0.59)	Pendek (0)	Lebar (0.42)	Sebentar (0)
3	Tidak Padat (0)	Sempit (0.59)	Sedang (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
4	Tidak Padat (0)	Sempit (0.59)	Sedang (0)	Lebar (0.42)	Sebentar (0)
5	Tidak Padat (0)	Sempit (0.59)	Panjang (0.87)	Sempit (0)	Sebentar (0)
6	Tidak Padat (0)	Sempit (0.59)	Panjang (0.87)	Lebar (0.42)	Sebentar (0)
7	Tidak Padat (0)	Lebar (0)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
8	Tidak Padat (0)	Lebar (0)	Pendek (0)	Lebar (0.42)	Sebentar (0)
9	Tidak Padat (0)	Lebar (0)	Sedang (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
10	Tidak Padat	Lebar (0)	Sedang (0)	Lebar (0.42)	Sebentar (0)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
	(0)				
11	Tidak Padat (0)	Lebar (0)	Panjang (0.87)	Sempit (0)	Sebentar (0)
12	Tidak Padat (0)	Lebar (0)	Panjang (0.87)	Lebar (0.42)	Sebentar (0)
13	Normal (0.4)	Sempit (0.59)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
14	Normal (0.4)	Sempit (0.59)	Pendek (0)	Lebar (0.42)	Sedang (0)
15	Normal (0.4)	Sempit (0.59)	Sedang (0)	Sempit (0)	Sedang (0)
16	Normal (0.4)	Sempit (0.59)	Sedang (0)	Lebar (0.42)	Sedang (0)
17	Normal (0.4)	Sempit (0.59)	Panjang (0.87)	Sempit (0)	Sedang (0)
18	Normal (0.4)	Sempit (0.59)	Panjang (0.87)	Lebar (0.42)	Sedang (0.4)
19	Normal (0.4)	Lebar (0)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
20	Normal (0.4)	Lebar (0)	Pendek (0)	Lebar (0.42)	Sebentar (0)
21	Normal (0.4)	Lebar (0)	Sedang (0)	Sempit (0)	Sedang (0)
22	Normal (0.4)	Lebar (0)	Sedang (0)	Lebar (0.42)	Sedang (0)
23	Normal (0.4)	Lebar (0)	Panjang (0.87)	Sempit (0)	Sedang (0)
24	Normal (0.4)	Lebar (0)	Panjang (0.87)	Lebar (0.42)	Sedang (0)
25	Padat (0.3)	Sempit (0.59)	Pendek (0)	Sempit (0)	Lama (0)
26	Padat (0.3)	Sempit (0.59)	Pendek (0)	Lebar (0.42)	Lama (0)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
27	Padat (0.3)	Sempit (0.59)	Sedang (0)	Sempit (0)	Lama (0)
28	Padat (0.3)	Sempit (0.59)	Sedang (0)	Lebar (0.42)	Lama (0)
29	Padat (0.3)	Sempit (0.59)	Panjang (0.87)	Sempit (0)	Lama (0)
30	Padat (0.3)	Sempit (0.59)	Panjang (0.87)	Lebar (0.42)	Lama (0.3)
31	Padat (0.3)	Lebar (0)	Pendek (0)	Sempit (0)	lama (0)
32	Padat (0.3)	Lebar (0)	Pendek (0)	Lebar (0.42)	lama (0)
33	Padat (0.3)	Lebar (0)	Sedang (0)	Sempit (0)	lama (0)
34	Padat (0.3)	Lebar (0)	Sedang (0)	Lebar (0.42)	lama (0)
35	Padat (0.3)	Lebar (0)	Panjang (0.87)	Sempit (0)	Lama (0)
36	Padat (0.3)	Lebar (0)	Panjang (0.87)	Lebar (0.42)	Sangat Lama (0)

- c. Mengambil perempatan Seturan jalur timur yang akan diatur dan selatan jalur selanjutnya untuk mencari durasi lampu hijau pada jalur yang diatur.

No	Panjang Antrian yang Diatur	Lebar jalan yang Diatur	Panjang Antrian Selanjutnya	Lebar jalan Selanjutnya	
	187	8.1	156	2.7	Seturan timur dan selatan jam 17.00

Tabel 6.7 Tabel Aturan yang dipilih Seturan jalur Timur

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
1	Tidak Padat	Sempit (0)	Pendek (0)	Sempit (0.66)	Sebentar (0)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
	(0)				
2	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Pendek (0)	Lebar (0)	Sebentar (0)
3	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Sedang (0)	Sempit (0.66)	Sebentar (0)
4	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Sedang (0)	Lebar (0)	Sebentar (0)
5	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Panjang (0.56)	Sempit (0.66)	Sebentar (0)
6	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Panjang (0.56)	Lebar (0)	Sebentar (0)
7	Tidak Padat (0)	Lebar (0.42)	Pendek (0)	Sempit (0.66)	Sebentar (0)
8	Tidak Padat (0)	Lebar (0.42)	Pendek (0)	Lebar (0)	Sebentar (0)
9	Tidak Padat (0)	Lebar (0.42)	Sedang (0)	Sempit (0.66)	Sebentar (0)
10	Tidak Padat (0)	Lebar (0.42)	Sedang (0)	Lebar (0)	Sebentar (0)
11	Tidak Padat (0)	Lebar (0.42)	Panjang (0.56)	Sempit (0.66)	Sebentar (0)
12	Tidak Padat (0)	Lebar (0.42)	Panjang (0.56)	Lebar (0)	Sebentar (0)
13	Normal (0)	Sempit (0)	Pendek (0)	Sempit (0.66)	Sebentar (0)
14	Normal (0)	Sempit (0)	Pendek (0)	Lebar (0)	Sedang (0)
15	Normal (0)	Sempit (0)	Sedang (0)	Sempit (0.66)	Sedang (0)
16	Normal (0)	Sempit (0)	Sedang (0)	Lebar (0)	Sedang (0)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
17	Normal (0)	Sempit (0)	Panjang (0.56)	Sempit (0.66)	Sedang (0)
18	Normal (0)	Sempit (0)	Panjang (0.56)	Lebar (0)	Sedang (0)
19	Normal (0)	Lebar (0.42)	Pendek (0)	Sempit (0.66)	Sebentar (0)
20	Normal (0)	Lebar (0.42)	Pendek (0)	Lebar (0)	Sebentar (0)
21	Normal (0)	Lebar (0.42)	Sedang (0)	Sempit (0.66)	Sedang (0)
22	Normal (0)	Lebar (0.42)	Sedang (0)	Lebar (0)	Sedang (0)
23	Normal (0)	Lebar (0.42)	Panjang (0.56)	Sempit (0.66)	Sedang (0)
24	Normal (0)	Lebar (0.42)	Panjang (0.56)	Lebar (0)	Sedang (0)
25	Padat (0.87)	Sempit (0)	Pendek (0)	Sempit (0.66)	Lama (0)
26	Padat (0.87)	Sempit (0)	Pendek (0)	Lebar (0)	Lama (0)
27	Padat (0.87)	Sempit (0)	Sedang (0)	Sempit (0.66)	Lama (0)
28	Padat (0.87)	Sempit (0)	Sedang (0)	Lebar (0)	Lama (0)
29	Padat (0.87)	Sempit (0)	Panjang (0.56)	Sempit (0.66)	Lama (0)
30	Padat (0.87)	Sempit (0)	Panjang (0.56)	Lebar (0)	Lama (0)
31	Padat (0.87)	Lebar (0.42)	Pendek (0)	Sempit (0.66)	lama (0)
32	Padat (0.87)	Lebar (0.42)	Pendek (0)	Lebar (0)	lama (0)
33	Padat (0.87)	Lebar (0.42)	Sedang (0)	Sempit (0.66)	lama (0)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
34	Padat (0.87)	Lebar (0.42)	Sedang (0)	Lebar (0)	lama (0)
35	Padat (0.87)	Lebar (0.42)	Panjang (0.56)	Sempit (0.66)	Lama (0.42)
36	Padat (0.87)	Lebar (0.42)	Panjang (0.56)	Lebar (0)	Sangat Lama (0)

- d. Mengambil perempatan Seturan jalur selatan yang akan diatur dan barat jalur selanjutnya untuk mencari durasi lampu hijau pada jalur yang diatur.

No	Panjang Antrian yang Diatur	Lebar jalan yang Diatur	Panjang Antrian Selanjutnya	Lebar jalan Selanjutnya	
	156	2.7	245	10.8	Seturan selatan dan barat jam 17.00

Tabel 6.8 Tabel Aturan yang dipilih Seturan jalur Selatan

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
1	Tidak Padat (0)	Sempit (0.66)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
2	Tidak Padat (0)	Sempit (0.66)	Pendek (0)	Lebar (0.96)	Sebentar (0)
3	Tidak Padat (0)	Sempit (0.66)	Sedang (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
4	Tidak Padat (0)	Sempit (0.66)	Sedang (0)	Lebar (0.96)	Sebentar (0)
5	Tidak Padat (0)	Sempit (0.66)	Panjang (1)	Sempit (0)	Sebentar (0)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
6	Tidak Padat (0)	Sempit (0.66)	Panjang (1)	Lebar (0.96)	Sebentar (0)
7	Tidak Padat (0)	Lebar (0)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
8	Tidak Padat (0)	Lebar (0)	Pendek (0)	Lebar (0.96)	Sebentar (0)
9	Tidak Padat (0)	Lebar (0)	Sedang (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
10	Tidak Padat (0)	Lebar (0)	Sedang (0)	Lebar (0.96)	Sebentar (0)
11	Tidak Padat (0)	Lebar (0)	Panjang (1)	Sempit (0)	Sebentar (0)
12	Tidak Padat (0)	Lebar (0)	Panjang (1)	Lebar (0.96)	Sebentar (0)
13	Normal (0)	Sempit (0.66)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
14	Normal (0)	Sempit (0.66)	Pendek (0)	Lebar (0.96)	Sedang (0)
15	Normal (0)	Sempit (0.66)	Sedang (0)	Sempit (0)	Sedang (0)
16	Normal (0)	Sempit (0.66)	Sedang (0)	Lebar (0.96)	Sedang (0)
17	Normal (0)	Sempit (0.66)	Panjang (1)	Sempit (0)	Sedang (0)
18	Normal (0)	Sempit (0.66)	Panjang (1)	Lebar (0.96)	Sedang (0)
19	Normal (0)	Lebar (0)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
20	Normal (0)	Lebar (0)	Pendek (0)	Lebar (0.96)	Sebentar (0)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
21	Normal (0)	Lebar (0)	Sedang (0)	Sempit (0)	Sedang (0)
22	Normal (0)	Lebar (0)	Sedang (0)	Lebar (0.96)	Sedang (0)
23	Normal (0)	Lebar (0)	Panjang (1)	Sempit (0)	Sedang (0)
24	Normal (0)	Lebar (0)	Panjang (1)	Lebar (0.96)	Sedang (0)
25	Padat (0.56)	Sempit (0.66)	Pendek (0)	Sempit (0)	Lama (0)
26	Padat (0.56)	Sempit (0.66)	Pendek (0)	Lebar (0.96)	Lama (0)
27	Padat (0.56)	Sempit (0.66)	Sedang (0)	Sempit (0)	Lama (0)
28	Padat (0.56)	Sempit (0.66)	Sedang (0)	Lebar (0.96)	Lama (0)
29	Padat (0.56)	Sempit (0.66)	Panjang (1)	Sempit (0)	Lama (0)
30	Padat (0.56)	Sempit (0.66)	Panjang (1)	Lebar (0.96)	Lama (0.56)
31	Padat (0.56)	Lebar (0)	Pendek (0)	Sempit (0)	lama (0)
32	Padat (0.56)	Lebar (0)	Pendek (0)	Lebar (0.96)	lama (0)
33	Padat (0.56)	Lebar (0)	Sedang (0)	Sempit (0)	lama (0)
34	Padat (0.56)	Lebar (0)	Sedang (0)	Lebar (0.96)	lama (0)
35	Padat (0.56)	Lebar (0)	Panjang (1)	Sempit (0)	Lama (0)
36	Padat (0.56)	Lebar (0)	Panjang (1)	Lebar (0.96)	Sangat Lama (0)

KASUS 3

- Mengambil perempatan Monjali jalur utara yang akan diatur dan timur jalur selanjutnya untuk mencari durasi lampu hijau pada jalur yang diatur.

No	Panjang Antrian yang Diatur	Lebar jalan yang Diatur	Panjang Antrian Selanjutnya	Lebar jalan Selanjutnya	
3	113	3	144	10.8	Monjali utara dan timur jam 21.00

Tabel 6.9 Tabel Aturan yang dipilih Monjali jalur Utara

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
1	Tidak Padat (0)	Sempit (0.66)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
2	Tidak Padat (0)	Sempit (0.66)	Pendek (0)	Lebar (0.96)	Sebentar (0)
3	Tidak Padat (0)	Sempit (0.66)	Sedang (0.12)	Sempit (0)	Sebentar (0)
4	Tidak Padat (0)	Sempit (0.66)	Sedang (0.12)	Lebar (0.96)	Sebentar (0)
5	Tidak Padat (0)	Sempit (0.66)	Panjang (0.44)	Sempit (0)	Sebentar (0)
6	Tidak Padat (0)	Sempit (0.66)	Panjang (0.44)	Lebar (0.96)	Sebentar (0)
7	Tidak Padat (0)	Lebar (0)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
8	Tidak Padat (0)	Lebar (0)	Pendek (0)	Lebar (0.96)	Sebentar (0)
9	Tidak Padat (0)	Lebar (0)	Sedang (0.12)	Sempit (0)	Sebentar (0)
10	Tidak Padat (0)	Lebar (0)	Sedang (0.12)	Lebar (0.96)	Sebentar (0)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
11	Tidak Padat (0)	Lebar (0)	Panjang (0.44)	Sempit (0)	Sebentar (0)
12	Tidak Padat (0)	Lebar (0)	Panjang (0.44)	Lebar (0.96)	Sebentar (0)
13	Normal (0.74)	Sempit (0.66)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
14	Normal (0.74)	Sempit (0.66)	Pendek (0)	Lebar (0.96)	Sedang (0)
15	Normal (0.74)	Sempit (0.66)	Sedang (0.12)	Sempit (0)	Sedang (0)
16	Normal (0.74)	Sempit (0.66)	Sedang (0.12)	Lebar (0.96)	Sedang (0.12)
17	Normal (0.74)	Sempit (0.66)	Panjang (0.44)	Sempit (0)	Sedang (0)
18	Normal (0.74)	Sempit (0.66)	Panjang (0.44)	Lebar (0.96)	Sedang (0.44)
19	Normal (0.74)	Lebar (0)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
20	Normal (0.74)	Lebar (0)	Pendek (0)	Lebar (0.96)	Sebentar (0)
21	Normal (0.74)	Lebar (0)	Sedang (0.12)	Sempit (0)	Sedang (0)
22	Normal (0.74)	Lebar (0)	Sedang (0.12)	Lebar (0.96)	Sedang (0)
23	Normal (0.74)	Lebar (0)	Panjang (0.44)	Sempit (0)	Sedang (0)
24	Normal (0.74)	Lebar (0)	Panjang (0.44)	Lebar (0.96)	Sedang (0)
25	Padat (0.13)	Sempit	Pendek (0)	Sempit (0)	Lama (0)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
		(0.66)			
26	Padat (0.13)	Sempit (0.66)	Pendek (0)	Lebar (0.96)	Lama (0)
27	Padat (0.13)	Sempit (0.66)	Sedang (0.12)	Sempit (0)	Lama (0)
28	Padat (0.13)	Sempit (0.66)	Sedang (0.12)	Lebar (0.96)	Lama (0.12)
29	Padat (0.13)	Sempit (0.66)	Panjang (0.44)	Sempit (0)	Lama (0)
30	Padat (0.13)	Sempit (0.66)	Panjang (0.44)	Lebar (0.96)	Lama (0.13)
31	Padat (0.13)	Lebar (0)	Pendek (0)	Sempit (0)	lama (0)
32	Padat (0.13)	Lebar (0)	Pendek (0)	Lebar (0.96)	lama (0)
33	Padat (0.13)	Lebar (0)	Sedang (0.12)	Sempit (0)	lama (0)
34	Padat (0.13)	Lebar (0)	Sedang (0.12)	Lebar (0.96)	lama (0)
35	Padat (0.13)	Lebar (0)	Panjang (0.44)	Sempit (0)	Lama (0)
36	Padat (0.13)	Lebar (0)	Panjang (0.44)	Lebar (0.96)	Sangat Lama (0)

- b. Mengambil perempatan Monjali jalur timur yang akan diatur dan selatan jalur selanjutnya untuk mencari durasi lampu hijau pada jalur yang diatur.

No	Panjang Antrian yang Diatur	Lebar jalan yang Diatur	Panjang Antrian Selanjutnya	Lebar jalan Selanjutnya	
	144	10.8	109	3	Monjali timur dan selatan jam 21.00

Tabel 6.10 Tabel Aturan yang dipilih Monjali jalur Timur

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
1	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Pendek (0)	Sempit (0.63)	Sebentar (0)
2	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Pendek (0)	Lebar (0)	Sebentar (0)
3	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Sedang (0.82)	Sempit (0.63)	Sebentar (0)
4	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Sedang (0.82)	Lebar (0)	Sebentar (0)
5	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Panjang (0.09)	Sempit (0.63)	Sebentar (0)
6	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Panjang (0.09)	Lebar (0)	Sebentar (0)
7	Tidak Padat (0)	Lebar (0.96)	Pendek (0)	Sempit (0.63)	Sebentar (0)
8	Tidak Padat (0)	Lebar (0.96)	Pendek (0)	Lebar (0)	Sebentar (0)
9	Tidak Padat (0)	Lebar (0.96)	Sedang (0.82)	Sempit (0.63)	Sebentar (0)
10	Tidak Padat (0)	Lebar (0.96)	Sedang (0.82)	Lebar (0)	Sebentar (0)
11	Tidak Padat (0)	Lebar (0.96)	Panjang (0.09)	Sempit (0.63)	Sebentar (0)
12	Tidak Padat (0)	Lebar (0.96)	Panjang (0.09)	Lebar (0)	Sebentar (0)
13	Normal (0.12)	Sempit (0)	Pendek (0)	Sempit (0.63)	Sebentar (0)
14	Normal	Sempit (0)	Pendek (0)	Lebar (0)	Sedang (0)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
	(0.12)				
15	Normal (0.12)	Sempit (0)	Sedang (0.82)	Sempit (0.63)	Sedang (0)
16	Normal (0.12)	Sempit (0)	Sedang (0.82)	Lebar (0)	Sedang (0.12)
17	Normal (0.12)	Sempit (0)	Panjang (0.09)	Sempit (0.63)	Sedang (0)
18	Normal (0.12)	Sempit (0)	Panjang (0.09)	Lebar (0)	Sedang (0)
19	Normal (0.12)	Lebar (0.96)	Pendek (0)	Sempit (0.63)	Sebentar (0)
20	Normal (0.12)	Lebar (0.96)	Pendek (0)	Lebar (0)	Sebentar (0)
21	Normal (0.12)	Lebar (0.96)	Sedang (0.82)	Sempit (0.63)	Sedang (0.12)
22	Normal (0.12)	Lebar (0.96)	Sedang (0.82)	Lebar (0)	Sedang (0)
23	Normal (0.12)	Lebar (0.96)	Panjang (0.09)	Sempit (0.63)	Sedang (0.09)
24	Normal (0.12)	Lebar (0.96)	Panjang (0.09)	Lebar (0)	Sedang (0)
25	Padat (0.44)	Sempit (0)	Pendek (0)	Sempit (0.63)	Lama (0)
26	Padat (0.44)	Sempit (0)	Pendek (0)	Lebar (0)	Lama (0)
27	Padat (0.44)	Sempit (0)	Sedang (0.82)	Sempit (0.63)	Lama (0)
28	Padat (0.44)	Sempit (0)	Sedang (0.82)	Lebar (0)	Lama (0)
29	Padat (0.44)	Sempit (0)	Panjang (0.09)	Sempit (0.63)	Lama (0)
30	Padat (0.44)	Sempit (0)	Panjang (0.09)	Lebar (0)	Lama (0)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
31	Padat (0.44)	Lebar (0.96)	Pendek (0)	Sempit (0.63)	lama (0)
32	Padat (0.44)	Lebar (0.96)	Pendek (0)	Lebar (0)	lama (0)
33	Padat (0.44)	Lebar (0.96)	Sedang (0.82)	Sempit (0.63)	lama (0.44)
34	Padat (0.44)	Lebar (0.96)	Sedang (0.82)	Lebar (0)	lama (0)
35	Padat (0.44)	Lebar (0.96)	Panjang (0.09)	Sempit (0.63)	Lama (0.09)
36	Padat (0.44)	Lebar (0.96)	Panjang (0.09)	Lebar (0)	Sangat Lama (0)

- c. Mengambil perempatan Monjali jalur selatan yang akan diatur dan barat jalur selanjutnya untuk mencari durasi lampu hijau pada jalur yang diatur.

No	Panjang Antrian yang Diatur	Lebar jalan yang Diatur	Panjang Antrian Selanjutnya	Lebar jalan Selanjutnya	
	109	3	237	10.8	Monjali selatan dan barat jam 21.00

Tabel 6.11 Tabel Aturan yang dipilih Monjali jalur Selatan

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
1	Tidak Padat (0)	Sempit (0.63)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
2	Tidak Padat	Sempit	Pendek (0)	Lebar (0.96)	Sebentar (0)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
	(0)	(0.63)			
3	Tidak Padat (0)	Sempit (0.63)	Sedang (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
4	Tidak Padat (0)	Sempit (0.63)	Sedang (0)	Lebar (0.96)	Sebentar (0)
5	Tidak Padat (0)	Sempit (0.63)	Panjang (1)	Sempit (0)	Sebentar (0)
6	Tidak Padat (0)	Sempit (0.63)	Panjang (1)	Lebar (0.96)	Sebentar (0)
7	Tidak Padat (0)	Lebar (0)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
8	Tidak Padat (0)	Lebar (0)	Pendek (0)	Lebar (0.96)	Sebentar (0)
9	Tidak Padat (0)	Lebar (0)	Sedang (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
10	Tidak Padat (0)	Lebar (0)	Sedang (0)	Lebar (0.96)	Sebentar (0)
11	Tidak Padat (0)	Lebar (0)	Panjang (1)	Sempit (0)	Sebentar (0)
12	Tidak Padat (0)	Lebar (0)	Panjang (1)	Lebar (0.96)	Sebentar (0)
13	Normal (0.82)	Sempit (0.63)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
14	Normal (0.82)	Sempit (0.63)	Pendek (0)	Lebar (0.96)	Sedang (0)
15	Normal (0.82)	Sempit (0.63)	Sedang (0)	Sempit (0)	Sedang (0)
16	Normal (0.82)	Sempit (0.63)	Sedang (0)	Lebar (0.96)	Sedang (0)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
17	Normal (0.82)	Sempit (0.63)	Panjang (1)	Sempit (0)	Sedang (0)
18	Normal (0.82)	Sempit (0.63)	Panjang (1)	Lebar (0.96)	Sedang (0.63)
19	Normal (0.82)	Lebar (0)	Pendek (0)	Sempit (0)	Sebentar (0)
20	Normal (0.82)	Lebar (0)	Pendek (0)	Lebar (0.96)	Sebentar (0)
21	Normal (0.82)	Lebar (0)	Sedang (0)	Sempit (0)	Sedang (0)
22	Normal (0.82)	Lebar (0)	Sedang (0)	Lebar (0.96)	Sedang (0)
23	Normal (0.82)	Lebar (0)	Panjang (1)	Sempit (0)	Sedang (0)
24	Normal (0.82)	Lebar (0)	Panjang (1)	Lebar (0.96)	Sedang (0)
25	Padat (0.09)	Sempit (0.63)	Pendek (0)	Sempit (0)	Lama (0)
26	Padat (0.09)	Sempit (0.63)	Pendek (0)	Lebar (0.96)	Lama (0)
27	Padat (0.09)	Sempit (0.63)	Sedang (0)	Sempit (0)	Lama (0)
28	Padat (0.09)	Sempit (0.63)	Sedang (0)	Lebar (0.96)	Lama (0)
29	Padat (0.09)	Sempit (0.63)	Panjang (1)	Sempit (0)	Lama (0)
30	Padat (0.09)	Sempit (0.63)	Panjang (1)	Lebar (0.96)	Lama (0.09)
31	Padat (0.09)	Lebar (0)	Pendek (0)	Sempit (0)	lama (0)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
32	Padat (0.09)	Lebar (0)	Pendek (0)	Lebar (0.96)	lama (0)
33	Padat (0.09)	Lebar (0)	Sedang (0)	Sempit (0)	lama (0)
34	Padat (0.09)	Lebar (0)	Sedang (0)	Lebar (0.96)	lama (0)
35	Padat (0.09)	Lebar (0)	Panjang (1)	Sempit (0)	Lama (0)
36	Padat (0.09)	Lebar (0)	Panjang (1)	Lebar (0.96)	Sangat Lama (0)

- d. Mengambil perempatan Monjali jalur barat yang akan diatur dan utara jalur selanjutnya untuk mencari durasi lampu hijau pada jalur yang diatur.

No	Panjang Antrian yang Diatur	Lebar jalan yang Diatur	Panjang Antrian Selanjutnya	Lebar jalan Selanjutnya	
	237	10.8	113	3	Monjali barat dan utara jam 21.00

Tabel 6.12 Tabel Aturan yang dipilih Monjali jalur Barat

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
1	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Pendek (0)	Sempit (0.63)	Sebentar (0)
2	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Pendek (0)	Lebar (0)	Sebentar (0)
3	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Sedang (0.74)	Sempit (0.63)	Sebentar (0)
4	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Sedang (0.74)	Lebar (0)	Sebentar (0)
5	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Panjang (0.13)	Sempit (0.63)	Sebentar (0)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
6	Tidak Padat (0)	Sempit (0)	Panjang (0.13)	Lebar (0)	Sebentar (0)
7	Tidak Padat (0)	Lebar (0.96)	Pendek (0)	Sempit (0.63)	Sebentar (0)
8	Tidak Padat (0)	Lebar (0.96)	Pendek (0)	Lebar (0)	Sebentar (0)
9	Tidak Padat (0)	Lebar (0.96)	Sedang (0.74)	Sempit (0.63)	Sebentar (0)
10	Tidak Padat (0)	Lebar (0.96)	Sedang (0.74)	Lebar (0)	Sebentar (0)
11	Tidak Padat (0)	Lebar (0.96)	Panjang (0.13)	Sempit (0.63)	Sebentar (0)
12	Tidak Padat (0)	Lebar (0.96)	Panjang (0.13)	Lebar (0)	Sebentar (0)
13	Normal (0)	Sempit (0)	Pendek (0)	Sempit (0.63)	Sebentar (0)
14	Normal (0)	Sempit (0)	Pendek (0)	Lebar (0)	Sedang (0)
15	Normal (0)	Sempit (0)	Sedang (0.74)	Sempit (0.63)	Sedang (0)
16	Normal (0)	Sempit (0)	Sedang (0.74)	Lebar (0)	Sedang (0)
17	Normal (0)	Sempit (0)	Panjang (0.13)	Sempit (0.63)	Sedang (0)
18	Normal (0)	Sempit (0)	Panjang (0.13)	Lebar (0)	Sedang (0)
19	Normal (0)	Lebar (0.96)	Pendek (0)	Sempit (0.63)	Sebentar (0)
20	Normal (0)	Lebar (0.96)	Pendek (0)	Lebar (0)	Sebentar (0)
21	Normal (0)	Lebar (0.96)	Sedang (0.74)	Sempit (0.63)	Sedang (0)
22	Normal (0)	Lebar	Sedang (0.74)	Lebar (0)	Sedang (0)

Rule	Antrian diatur	Lebar diatur	Antrian selanjutnya	Lebar selanjutnya	Output
		(0.96)			
23	Normal (0)	Lebar (0.96)	Panjang (0.13)	Sempit (0.63)	Sedang (0)
24	Normal (0)	Lebar (0.96)	Panjang (0.13)	Lebar (0)	Sedang (0)
25	Padat (1)	Sempit (0)	Pendek (0)	Sempit (0.63)	Lama (0)
26	Padat (1)	Sempit (0)	Pendek (0)	Lebar (0)	Lama (0)
27	Padat (1)	Sempit (0)	Sedang (0.74)	Sempit (0.63)	Lama (0)
28	Padat (1)	Sempit (0)	Sedang (0.74)	Lebar (0)	Lama (0)
29	Padat (1)	Sempit (0)	Panjang (0.13)	Sempit (0.63)	Lama (0)
30	Padat (1)	Sempit (0)	Panjang (0.13)	Lebar (0)	Lama (0)
31	Padat (1)	Lebar (0.96)	Pendek (0)	Sempit (0.63)	lama (0)
32	Padat (1)	Lebar (0.96)	Pendek (0)	Lebar (0)	lama (0)
33	Padat (1)	Lebar (0.96)	Sedang (0.74)	Sempit (0.63)	lama (0.63)
34	Padat (1)	Lebar (0.96)	Sedang (0.74)	Lebar (0)	lama (0)
35	Padat (1)	Lebar (0.96)	Panjang (0.13)	Sempit (0.63)	Lama (0.13)
36	Padat (1)	Lebar (0.96)	Panjang (0.13)	Lebar (0)	Sangat Lama (0)

3. Defuzzifikasi untuk memetakan nilai dari himpunan *fuzzy* ke dalam nilai tegas.

Kasus 1

a. Persimpangan Condong Catur pada jalur selatan

Rule 24 – sedang $\mu=0,41$ MOM (<i>Mean of Maximum</i>)	$MOM = \frac{50 + 10}{2} = 30 \text{ det ik}$
--	---

Maka pada perhitungan diatas, *output* yang diambil adalah yang memiliki nilai x dari rata-rata terbesar atau MOM, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada jalur yang diatur yaitu pada bagian selatan memiliki durasi lampu hijau selama 30 detik.

b. Persimpangan Condong Catur pada jalur barat

Rule 34 – Lama $\mu=0,41$ MOM (<i>Mean of Maximum</i>)	$MOM = \frac{70 + 30}{2} = 50 \text{ det ik}$
--	---

Maka pada perhitungan diatas, *output* yang diambil adalah yang memiliki nilai x dari rata-rata terbesar atau MOM, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada jalur yang diatur yaitu pada bagian barat memiliki durasi lampu hijau selama 50 detik.

c. Persimpangan Condong Catur pada jalur utara

Rule 24 – Sedang $\mu=0,42$ MOM (<i>Mean of Maximum</i>)	$MOM = \frac{50 + 10}{2} = 30 \text{ det ik}$
--	---

Maka pada perhitungan diatas, *output* yang diambil adalah yang memiliki nilai x dari rata-rata terbesar atau MOM, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada jalur yang diatur yaitu pada bagian utara memiliki durasi lampu hijau selama 30 detik.

d. Persimpangan Condong Catur pada jalur timur

Rule 34 – Lama $\mu=0,42$ MOM (<i>Mean of Maximum</i>)	$MOM = \frac{70 + 30}{2} = 50 \text{ det ik}$
--	---

Maka pada perhitungan diatas, *output* yang diambil adalah yang memiliki nilai x dari rata-rata terbesar atau MOM, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada jalur yang diatur yaitu pada bagian timur memiliki durasi lampu hijau selama 50 detik.

Kasus 2

a. Persimpangan Seturan pada jalur barat

Rule 33 – Lama $\mu=0,4$ MOM (<i>Mean of Maximum</i>)	$MOM = \frac{70 + 30}{2} = 50 \text{ det ik}$
---	---

Maka pada perhitungan diatas, *output* yang diambil adalah yang memiliki nilai x dari rata-rata terbesar atau MOM, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada jalur yang diatur yaitu pada bagian barat memiliki durasi lampu hijau selama 50 detik.

b. Persimpangan Seturan pada jalur utara

Rule 18 – Sedang $\mu=0,4$ MOM (<i>Mean of Maximum</i>)	$MOM = \frac{50 + 10}{2} = 30 \text{ det ik}$
---	---

Maka pada perhitungan diatas, *output* yang diambil adalah yang memiliki nilai x dari rata-rata terbesar atau MOM, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada jalur yang diatur yaitu pada bagian utara memiliki durasi lampu hijau selama 30 detik.

c. Persimpangan Condong Catur pada jalur timur

Rule 35 – Lama $\mu=0,42$ MOM (<i>Mean of Maximum</i>)	$MOM = \frac{70 + 30}{2} = 50 \text{ det ik}$
--	---

Maka pada perhitungan diatas, *output* yang diambil adalah yang memiliki nilai x dari rata-rata terbesar atau MOM, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada jalur yang diatur yaitu pada bagian timur memiliki durasi lampu hijau selama 50 detik.

d. Persimpangan Seturan pada jalur selatan

Rule 30 – Lama $\mu=0,56$ MOM (<i>Mean of Maximum</i>)	$MOM = \frac{70 + 30}{2} = 50 \text{ det ik}$
--	---

Maka pada perhitungan diatas, *output* yang diambil adalah yang memiliki nilai x dari rata-rata terbesar atau MOM, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada jalur yang diatur yaitu pada bagian selatan memiliki durasi lampu hijau selama 50 detik.

Kasus 3

a. Persimpangan Monjali pada jalur utara

Rule 18 – Sedang $\mu=0,44$ MOM (<i>Mean of Maximum</i>)	$MOM = \frac{50 + 10}{2} = 30 \text{ det ik}$
--	---

Maka pada perhitungan diatas, *output* yang diambil adalah yang memiliki nilai x dari rata-rata terbesar atau MOM, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada jalur yang diatur yaitu pada bagian utara memiliki durasi lampu hijau selama 30 detik.

b. Persimpangan Monjali pada jalur timur

Rule 34 – Lama $\mu=0,44$ MOM (<i>Mean of Maximum</i>)	$MOM = \frac{70 + 30}{2} = 50 \text{ det ik}$
--	---

Maka pada perhitungan diatas, *output* yang diambil adalah yang memiliki nilai x dari rata-rata terbesar atau MOM, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada jalur yang diatur yaitu pada bagian timur memiliki durasi lampu hijau selama 50 detik.

c. Persimpangan Monjali pada jalur selatan

Rule 18 – Sedang $\mu=0,63$	
--------------------------------	--

MOM (<i>Mean of Maximum</i>)	$MOM = \frac{50 + 10}{2} = 30 \text{ det ik}$
--------------------------------	---

Maka pada perhitungan diatas, *output* yang diambil adalah yang memiliki nilai x dari rata-rata terbesar atau MOM, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada jalur yang diatur yaitu pada bagian selatan memiliki durasi lampu hijau selama 30 detik.

d. Persimpangan Monjali pada jalur barat

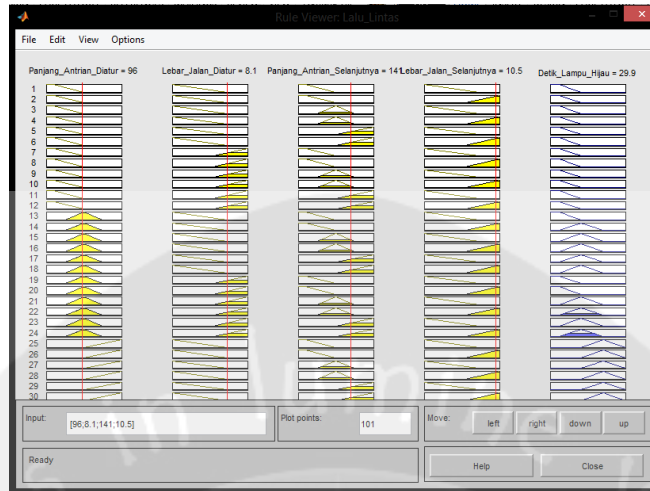
Rule 33 – Lama $\mu=0,63$ MOM (<i>Mean of Maximum</i>)	$MOM = \frac{70 + 30}{2} = 50 \text{ det ik}$
--	---

Maka pada perhitungan diatas, *output* yang diambil adalah yang memiliki nilai x dari rata-rata terbesar atau MOM, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada jalur yang diatur yaitu pada bagian barat memiliki durasi lampu hijau selama 50 detik.

6.3.2. Hasil Pengujian Fuzzy Logic Toolbox

1. Hasil uji coba *Fuzzy Inference System* untuk kasus dalam persimpangan Condong Catur.
 - a. Simpang Jalur Selatan

Panjang antrian kendaraan yang diatur : 96 meter
 Lebar jalan yang diatur : 8,1 meter
 Panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya: 141 meter
 Lebar jalan jalur selanjutnya :10,5 meter



Gambar 6.9 Uji Coba Detik Jalur Selatan

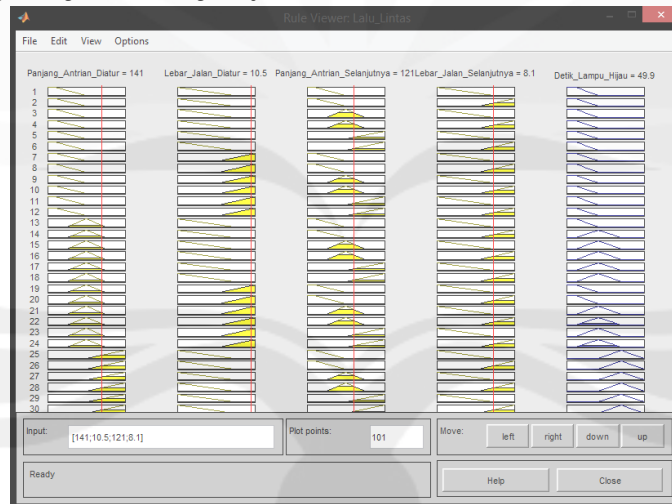
b. Simpang Jalur Barat

Panjang antrian kendaraan yang diatur : 141 meter

Lebar jalan yang diatur : 10,5 meter

Panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya: 121 meter

Lebar jalan jalur selanjutnya :8,1 meter



Gambar 6.10 Uji Coba Detik Jalur Barat

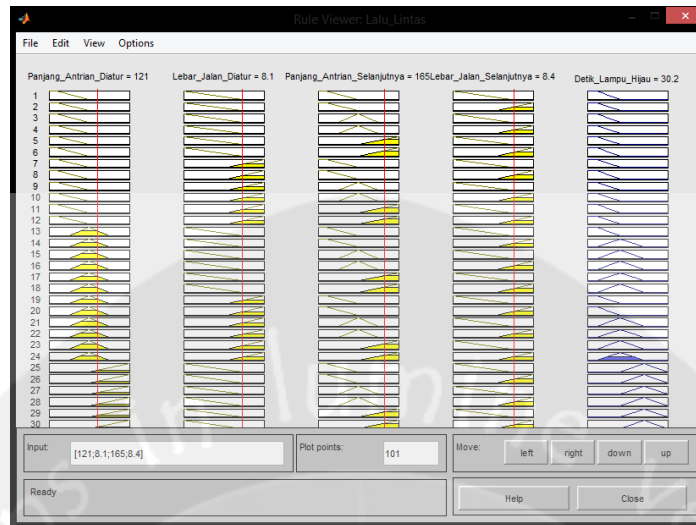
c. Simpang Jalur Utara

Panjang antrian kendaraan yang diatur : 121 meter

Lebar jalan yang diatur : 8,1 meter

Panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya: 165 meter

Lebar jalan jalur selanjutnya :8,4 meter



Gambar 6.11 Uji Coba Detik Jalur Utara

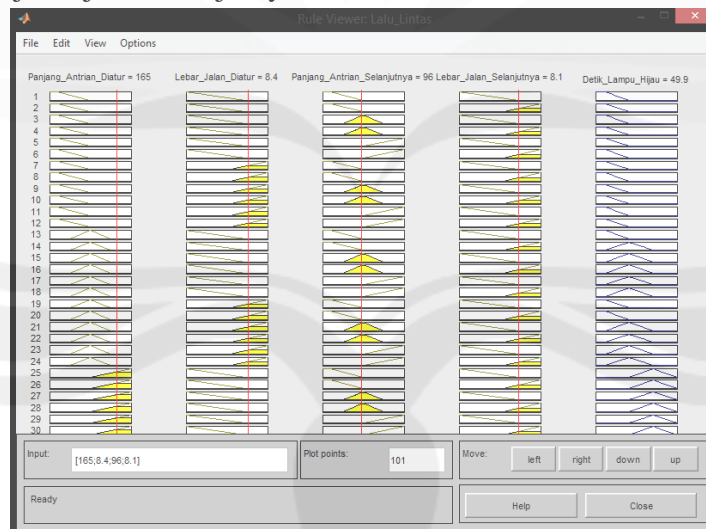
d. Simpang Jalur Timur

Panjang antrian kendaraan yang diatur : 165 meter

Lebar jalan yang diatur : 8,4 meter

Panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya: 96 meter

Lebar jalan jalur selanjutnya :8,1 meter



Gambar 6.12 Uji Coba Detik Jalur Timur

2. Hasil uji coba *Fuzzy Inference System* untuk kasus dalam persimpangan Seturan UPN.

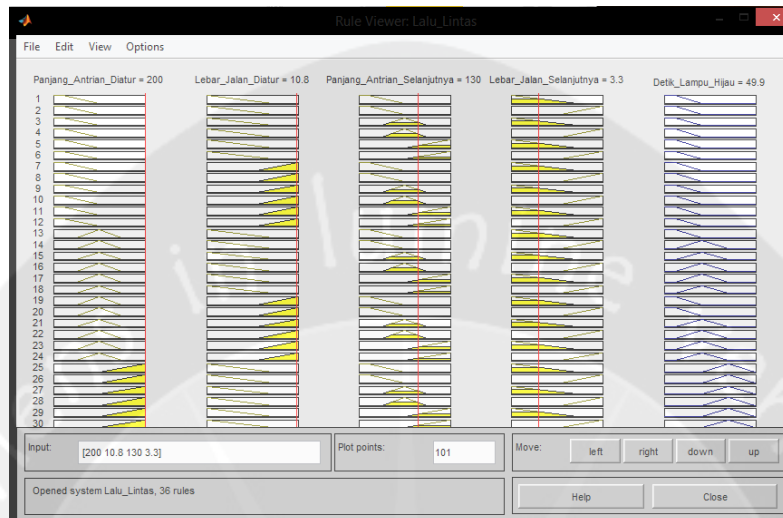
a. Simpang Jalur Barat

Panjang antrian kendaraan yang diatur : 245 meter

Lebar jalan yang diatur : 10,8 meter

Panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya: 130 meter

Lebar jalan jalur selanjutnya :3,3 meter



Gambar 6.13 Uji Coba Detik Jalur Barat

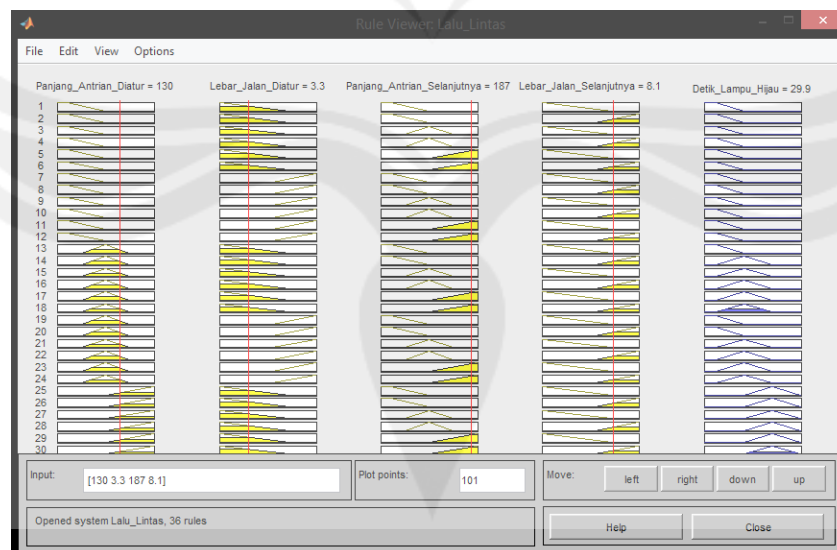
b. Simpang Jalur Utara

Panjang antrian kendaraan yang diatur : 130 meter

Lebar jalan yang diatur : 3,3 meter

Panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya: 187 meter

Lebar jalan jalur selanjutnya :8,1 meter



Gambar 6.14 Uji Coba Detik Jalur Utara

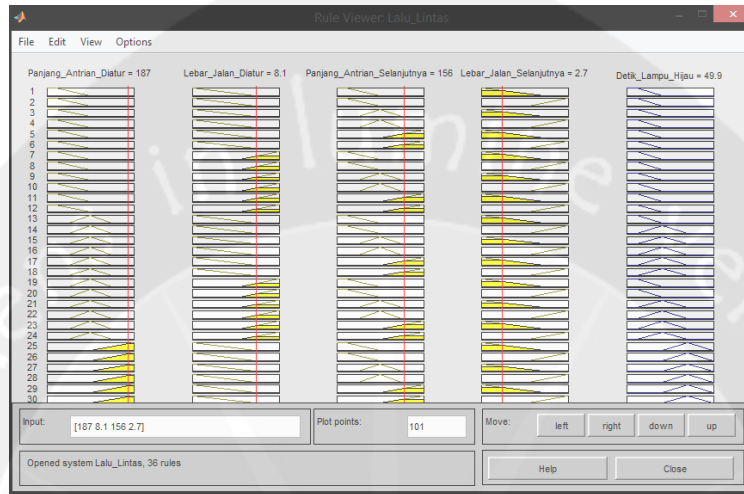
c. Simpang Jalur Timur

Panjang antrian kendaraan yang diatur : 187 meter

Lebar jalan yang diatur : 8,1 meter

Panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya: 156 meter

Lebar jalan jalur selanjutnya :2,7 meter



Gambar 6.15 Uji Coba Detik Jalur Timur

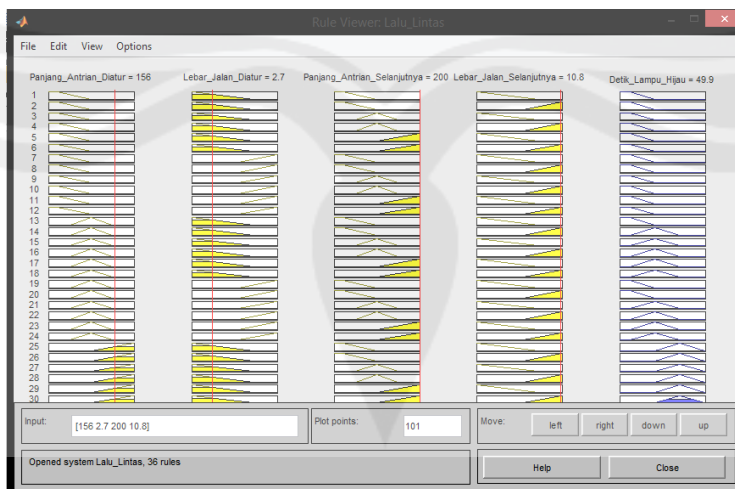
d. Simpang Jalur Selatan

Panjang antrian kendaraan yang diatur : 156 meter

Lebar jalan yang diatur : 2,7 meter

Panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya: 245 meter

Lebar jalan jalur selanjutnya :10,8 meter



Gambar 6.16 Uji Coba Detik Jalur Selatan

3. Hasil uji coba *Fuzzy Inference System* untuk kasus dalam persimpangan Monjali.

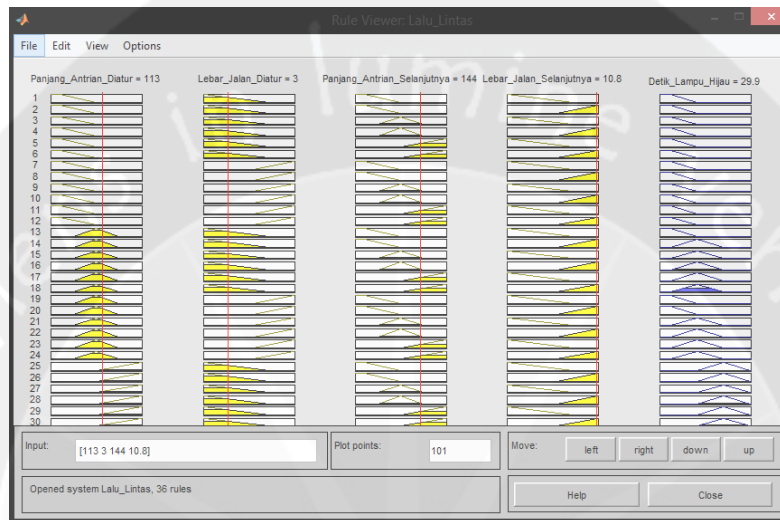
a. Simpang Jalur Utara

Panjang antrian kendaraan yang diatur : 113 meter

Lebar jalan yang diatur : 3 meter

Panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya: 144 meter

Lebar jalan jalur selanjutnya : 10,8 meter



Gambar 6.17 Uji Coba Detik Jalur Utara

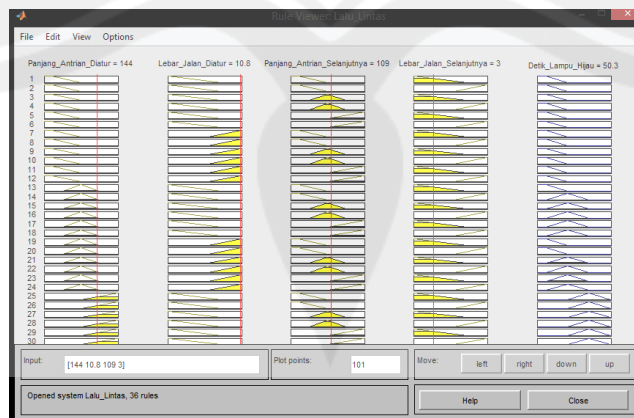
b. Simpang Jalur Timur

Panjang antrian kendaraan yang diatur : 144 meter

Lebar jalan yang diatur : 10,8 meter

Panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya: 109 meter

Lebar jalan jalur selanjutnya : 3 meter



Gambar 6.18 Uji Coba Detik Jalur Timur

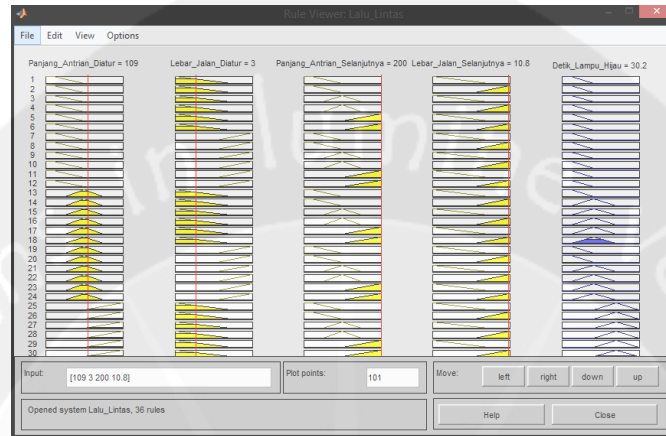
c. Simpang Jalur Selatan

Panjang antrian kendaraan yang diatur : 109 meter

Lebar jalan yang diatur : 3 meter

Panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya: 237 meter

Lebar jalan jalur selanjutnya : 10,8 meter



Gambar 6.19 Uji Coba Detik Jalur Selatan

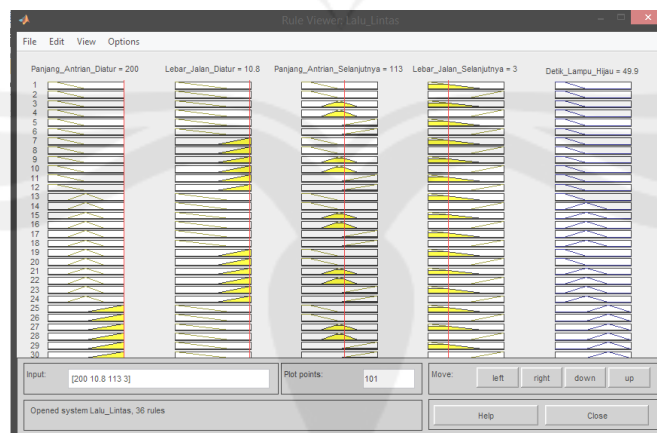
d. Simpang Jalur Barat

Panjang antrian kendaraan yang diatur : 237 meter

Lebar jalan yang diatur : 10.8 meter

Panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya: 113 meter

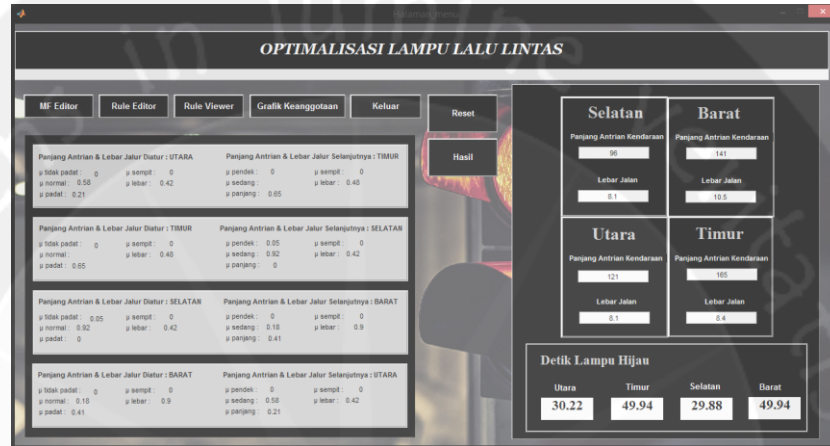
Lebar jalan jalur selanjutnya : 3 meter



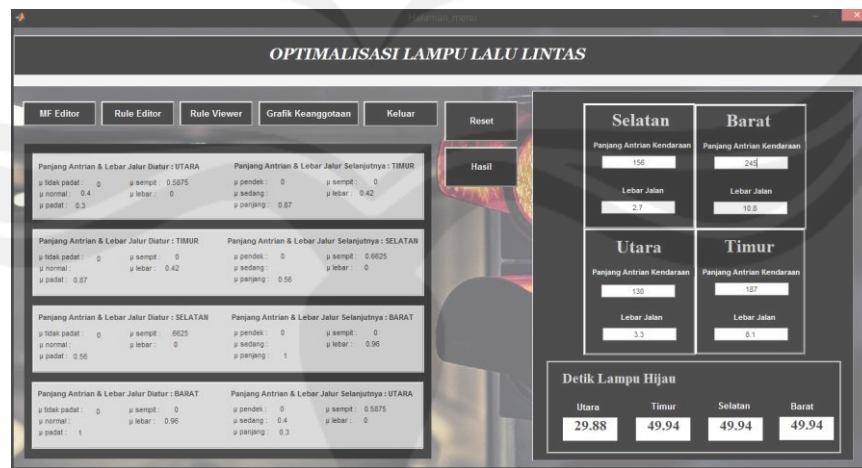
Gambar 6.20 Uji Coba Detik Jalur Barat

Dari 12 hasil uji coba diatas, dapat dilihat bahwa ketika suatu simpang jalan mendapat panjang antrian dan lebar jalan yang berbeda, maka simpang jalan tersebut mendapat jumlah detik lampu hijau yang berbeda juga.

6.3.3. Hasil aplikasi implementasi lampu lalu lintas



Gambar 6.21 Hasil uji coba menampilkan derajat keanggotaan dan hasil detik lampu hijau persimpangan Condong Catur



Gambar 6.22 Hasil uji coba menampilkan derajat keanggotaan dan hasil detik lampu hijau persimpangan Seturan

Halaman: menu

OPTIMALISASI LAMPU LALU LINTAS

MF Editor
Rule Editor
Rule Viewer
Grafik Keanggotaan
Keluar

Panjang Antrian & Lebar Jalur Diatur : UTARA

μ tidak padat : 0 μ sempit : 0.625
 μ normal : 0.74 μ lebar : 0
 μ padat : 0.13

Panjang Antrian & Lebar Jalur Selanjutnya : TIMUR

μ pendek : 0 μ sempit : 0
 μ sedang : 0.12 μ lebar : 0.96
 μ panjang : 0.44

Panjang Antrian & Lebar Jalur Diatur : TIMUR

μ tidak padat : 0 μ sempit : 0
 μ normal : 0.12 μ lebar : 0.96
 μ padat : 0.44

Panjang Antrian & Lebar Jalur Selanjutnya : SELATAN

μ pendek : 0 μ sempit : 0.625
 μ sedang : 0.82 μ lebar : 0
 μ panjang : 0.09

Panjang Antrian & Lebar Jalur Diatur : SELATAN

μ tidak padat : 0 μ sempit : 1.625
 μ normal : 0.82 μ lebar : 0
 μ padat : 0.09

Panjang Antrian & Lebar Jalur Selanjutnya : BARAT

μ pendek : 0 μ sempit : 0
 μ sedang : 0.74 μ lebar : 0.96
 μ panjang : 0.13

Panjang Antrian & Lebar Jalur Diatur : BARAT

μ tidak padat : 0 μ sempit : 0
 μ normal : 0 μ lebar : 0.96
 μ padat : 1

Selatan

Panjang Antrian Kendaraan: 109

Lebar Jalan: 3

Barat

Panjang Antrian Kendaraan: 237

Lebar Jalan: 10.8

Utara

Panjang Antrian Kendaraan: 113

Lebar Jalan: 3

Timur

Panjang Antrian Kendaraan: 144

Lebar Jalan: 10.8

Detik Lampu Hijau

Utara	Timur	Selatan	Barat
29.88	50.28	30.22	49.94

Reset
Hasil

Gambar 6.23 Hasil uji coba menampilkan derajat keanggotaan dan hasil detik lampu hijau persimpangan Monjali

Tabel 6.13 Perbandingan Hasil Detik Lampu Hijau

Persimpangan		UTARA	TIMUR	SELATAN	BARAT
Condong Catur	Perhitungan Manual	30 detik	50 detik	30 detik	50 detik
	Fuzzy Logic Toolbox	30,2 detik	49,9 detik	29,9 detik	49,9 detik
Seturan UPN	Perhitungan Manual	30 detik	50 detik	50 detik	50 detik
	Fuzzy Logic Toolbox	29,9 detik	49,9 detik	49,9 detik	49,9 detik
Condong Catur	Perhitungan Manual	30 detik	50 detik	30 detik	50 detik
	Fuzzy Logic Toolbox	29,9 detik	50.3 detik	30.2 detik	49,9 detik

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai tentang implementasi dalam mengoptimalisasi lampu lalu lintas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pengimplementasian logika fuzzy sistem optimalisasi lampu lalu lintas dengan memasukan panjang antrian pada setiap arah jalur persimpangan, dan memiliki 4 masukan untuk diimplementasikan ke dalam logika fuzzy yaitu panjang antrian yang diatur, lebar jalan yang diatur, panjang antrian selanjutnya, dan lebar jalan selanjutnya yang diambil dari 2 jalur pada persimpangan maksudnya supaya sistem tidak hanya memperhatikan antrian pada jalur yang diatur saja tetapi juga memperhatikan jalur yang sedang menunggu atau yang akan diatur selanjutnya dan keluaran berupa waktu durasi maksimal lampu hijau pada jalur yang diatur.
2. Perhitungan untuk memperoleh durasi maksimum detik lampu hijau dapat dilakukan dengan memanfaatkan Fuzzy Logic Toolbox yang terdapat pada Matlab.

7.2. Saran

Berdasarkan simpulan hasil penelitian, saran yang dapat disampaikan adalah

1. Pada penelitian ini mungkin dapat dikembangkan kembali dengan menambahkan variabel supaya hasilnya dapat lebih valid dan relevan sehingga banyak kemungkinan yang bisa menjadi pertimbangan untuk menentukan hasil output.
2. Dikembangkan kembali menggunakan metode yang lain dan dapat diaplikasikan bukan hanya dengan menggunakan matlab melainkan software yang lain dan bahasa pemrograman lain yang dapat disabung dengan pantauan CCTV.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriyanti, L., & Wahyu, R. W. (2009). Aplikasi Fuzzy Inference System(FIS) Metode Tsukamoto pada Simulasi Traffic Light Menggunakan Java. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*, 104-107.
- Alamsyah. (2012). Pengaturan Lampu Lalu Lintas Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535. *Majalah Ilmiah Mektek*, 14(3).
- Danuri, M. (2008). Traffic Manajemen Center dengan Logika Fuzzy dan Sensor Kamera. *Infokam*, IV(2), 6 - 18.
- Dharmawan, I. (2010). Rancang Bangun Kendali Lampu Lalu Lintas Cerdas Berbasis Logika Fuzzy.
- Firmansyah. (2010). Penerapan Logika Fuzzy pada Pengendali PID untuk Perancangan Pengaturan kecepatan Motor Induksi Sebagai Penggerak Conveyor. *Swateknologi*, 2(10), 17-26.
- Kalas, M. S. (2014). Real Time Face Detection and Tracking Using Opencv. *International Journal of Soft Computing and Artificial Intelligence* , 2(1), 41-44.
- Kandaga, T., & Tjahjadi, E. (2011). Aplikasi Simulasi Hubungan Antrian yang Terjadi dan Penentuan Waktu Hidup Lampu Lalu Lintas pada Persimpangan Jalan. *Jurnal Informatika*, 7(1), 1-6.
- Koten, Y. P. (2012). *Sistem Pakar Fuzzy untuk Mendiagnosa Penyakit pada Tanaman Kakao Berbasis SMS Gateway*. Yogyakarta.
- Kusumadewi, S. (2010). *Analisis & Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Tool Box Matlab* (1 ed.). Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S. (n.d.). Sistem Inferensi Fuzzy (Metode TSK) untuk penentuan kebutuhan kalori harian.
- Maslim, M. (2013). Aplikasi Logika Fuzzy pada Sistem Pakar Pariwisata. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (SENTIKA)*, 112-119.

- Pour, N. S., Asadi, H., & Kheradmand, M. P. (2013). Fuzzy Multiobjective Traffic Light Signal Optimazation. *Journal of Applied Mathematics*, 1-7.
- Prasetiyo, E. E., Wahyunggoro, O., & Sulisty, S. (2015). Design and Simulation of Adaptive Traffic Light Controller Using Fuzzy Logic Control Sugeno Method. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 5(4), 1-6.
- Prasetyo, H., & Sutisna, U. (2014). Implementasi Algoritma Logika Fuzzy untuk Sistem Pengaturan Lampu Lalu Lintas Menggunakan Mikrokontroler. *Techno*, 15(2), 1-8.
- Pristiwanto. (2013). Simulasi Traffic Light Antrian Kendaraan Bermotor pada Persimpangan dengan Metode Round Robin. *Informasi dan Teknologi Ilmiah (INTI)*, 1(1), 58-62.
- Rahardian, F. (2011). Sistem Pengelolaan Database Siswa Menggunakan Pemrograman Visual Studio .NET. *Pendidikan Dompot Dhuafa*, 1, 1-14.
- Riwinoto, & Isal, Y. K. (2010). Simulasi Optimasi Pengaturan Lampu Lalu Lintas di Kota Depok dengan Menggunakan Pendekatan Greedy Berbasis Graf. *Seminar Nasional Sistem dan Informatika*, 92-97.
- Simanjuntak, N. P. (2011). Aplikasi Fuzzy Logic Controller pada Pengontrolan Lampu Lalu Lintas. *Makalah IF4058 Topik Khusus Informatika 1*.
- Sivanandam, D. S., Deepa, S., & Sumanthi, D. S. (2007). *Introduction to Fuzzy Logic using Matlab* (1 ed.). Berlin: Springer.
- Uzoka, F. M., & Akinnuwesi, B. (2009). A Framework of Web Based Fuzzy Expert System for Managing Tourism Information. *Georgian Electronic Scientific Journal: Computer Science and Telecommunications*, 20(3), 77-89.
- W, R. W., & Afriyanti, L. (2009). Aplikasi Fuzzy Inference System(FIS) Metode Tsukamoto pada Simulasi Traffic Light Menggunakan Java. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*, 104-107.
- Yudanto, A. Y., Apriyadi, M., & Sanjaya, K. (2013). Optimalisasi Lampu Lalu Lintas dengan Fuzzy Logic. *Ultimatics*, V(2), 58 - 62.



Implementasi Metode Logika Fuzzy dalam Pembangunan Sistem Optimalisasi Lampu Lalu Lintas

Martinus Maslim¹, B. Yudi Dwiandiyanta², Nonety Viany Susilo³,

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Jl. Babarsari No 43, Yogyakarta 55281, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia

Email: ¹martinusmaslim@staff.uajy.ac.id, ²yudi-dwi@staff.uajy.ac.id,

³nonetyvianysusilo@gmail.com

Abstract. Traffic lights are the lights for controlling the flow of traffic which installed at crossroads, zebra cross, and other places of traffic flow. In general, traffic is found in large cities with many vehicles passing by causing high traffic jams. Therefore, traffic lights have an important role in regulating traffic especially crossroads. There is one way to overcome the problem is to build a system of traffic optimization where automatically at each point of the intersection phase of the signaling road. This system is built using the fuzzy logic method. This method is suitable for most realtime problems such as in decision to search for maximum duration of green light. In this system, using fuzzy mamdani logic method with MOM defuzzification (Mean of Maximum) because this method is very simple, easy to understand and objective. The system is built using Fuzzy Logic Tools in MATLAB. The traffic optimization system can generate the maximum green light seconds at each intersection according to the officer's input. The input required by the system is the length of the set queue, the width of the regulated path, the length of the queue on the next path, and the width of the path on the regulated path.

Keywords: Fuzzy Logic, Mamdani, Mean of Maximum, Traffic light

Abstrak. Implementasi Metode Logika Fuzzy dalam Pembangunan Sistem Optimalisasi Lampu Lalu Lintas. Lampu lalu lintas merupakan lampu untuk mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, zebra cross, dan tempat arus lalu lintas lainnya. Secara umum, lalu lintas banyak ditemukan pada kota besar dengan banyaknya kendaraan yang lalu lalang menyebabkan kemacetan yang tinggi. Oleh karena itu, lampu lalu lintas memiliki peran penting dalam mengatur lalu lintas khususnya persimpangan jalan. Terdapat salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan membangun sebuah sistem optimalisasi lalu lintas dimana secara otomatis di setiap titik fase persimpangan jalan bersinyal. Sistem ini dibuat menggunakan metode logika fuzzy. Metode ini cocok digunakan pada sebagian besar permasalahan yang bersifat realtime seperti dalam mengambil keputusan untuk mencari durasi maksimal detik lampu hijau. Dalam sistem ini menggunakan metode logika fuzzy mamdani dengan defuzzifikasi MOM (Mean of Maximum) karena metode ini sangat sederhana, mudah dimengerti dan obyektif. Sistem dibangun dengan menggunakan Fuzzy Logic Tools pada MATLAB. Sistem optimalisasi lampu lalu lintas dapat menghasilkan detik maksimal lampu hijau pada setiap persimpangan sesuai dengan masukan petugas. Masukan yang dibutuhkan oleh sistem adalah panjang antrian yang diatur, lebar jalan yang diatur, panjang antrian pada jalur selanjutnya, dan lebar jalan pada jalur yang diatur.

Kata Kunci: Logika Fuzzy, Mamdani, Mean of Maximum, Lampu lalu lintas.

1. Pendahuluan

Kota Yogyakarta merupakan salah satu kota di Indonesia dengan tingkat kemacetan yang sangat padat, salah satu penyebabnya karena Yogyakarta merupakan kota tujuan wisata dan telah menyandang predikat kota pendidikan sehingga jumlah penduduk di Yogyakarta

semakin tinggi. Data Badan Pusat Statistik (BPS) Yogyakarta mencatat bahwa pertumbuhan penduduk di Yogyakarta mengalami kenaikan 50.000 jiwa per tahunnya, jumlah penduduk yang semakin tinggi ini mengakibatkan pula banyaknya pengguna alat transportasi. Pertumbuhan sarana transportasi jauh lebih cepat melebihi pertumbuhan prasarana jalan sehingga akan menambah kemacetan yang cukup padat.

Persimpangan atau pertemuan jalan adalah titik temu dua jalan atau lebih yang memberikan pengaruh besar bagi kelancaran arus kendaraan pada jaringan jalan tersebut, karena pada umumnya di persimpangan ini banyak terjadi kemacetan lalu lintas. Contoh kemacetan persimpangan jalan yang sering terjadi kemacetan, yaitu kemacetan di utara perempatan Kentungan banyak kendaraan yang menyebrang menuju Superindo atau Mirota sehingga rawan terjadi kemacetan pada sore hari, kemacetan di sekitar tugu Yogyakarta pada saat malam hari banyak orang berjalan dan berfoto sehingga kemacetan tidak terhindarkan.

Oleh karena itu untuk menunjang keamanan dalam menyelesaikan permasalahan kemacetan ini adalah menggunakan lampu lalu lintas. Lalu lintas yang teratur adalah harapan dari semua pengguna jalan raya dengan bertambahnya penduduk dan kendaraan yang secara umum banyak terjadi diperkotaan yang sudah memiliki jam sibuk yang tinggi, maka tingkat kepadatan pengguna jalan tidak dapat dihindari khususnya pada persimpangan jalan (Dharmawan, 2010) yang terdapat lampu lalu lintas dimana pada saat jam tertentu tingkat kepadatan semakin tinggi sehingga sangatlah perlu adanya lampu lalu lintas untuk mengatasi kemacetan yang terjadi. Lampu lalu lintas merupakan lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang khususnya dipersimpangan jalan (Alamsyah, 2012) yang berfungsi sebagai pengontrol arus kendaraan dipersimpangan karena pengaturannya lebih tegas dan fleksibel.

Lampu lalu lintas seharusnya diharapkan dapat mengatur kemacetan yang ada sehingga dapat mencegah kemacetan atau kepadatan kendaraan. Tetapi pada kenyataannya hal itu tidak terjadi karena selama ini sistem pengaturan lampu lalu lintas hanya berdasarkan pada waktu yang sudah ditentukan dan pembagian jatah lampu hijau yang sama rata untuk semua jalur tanpa melihat kepadatan jalur lalu lintas yang lain, semakin lama lampu hijau pada suatu simpang jalan semakin lama pula lampu merah pada simpang jalan lainnya. Jika suatu simpang jalan yang sedang sepi mendapatkan lama lampu hijau yang sama dengan simpang jalan yang ramai, tentu saja hal ini menjadi kurang efektif karena simpang jalan yang ramai tersebut harus menunggu lampu hijau pada simpang jalan yang sepi yang sebenarnya tidak memerlukan lampu hijau yang terlalu lama (Pour, et al., 2013), maka sangat perlu adanya pengaturan waktu untuk lampu hijau atau merah yang lebih fleksibel. Hal ini bertujuan agar lampu hijau pada persimpangan jalan tidak sia-sia dan dapat memperoleh jumlah detik yang sesuai dengan kepadatan yang terjadi di persimpangan jalan.

Dalam pengembangan pengaturan lampu lalu lintas, penulis memanfaatkan metode logika *fuzzy* untuk menghasilkan jumlah detik lampu hijau yang lebih dinamis sesuai dengan kepadatan kendaraan yang ada pada setiap persimpangannya. Adapun tujuan digunakannya metode ini adalah dapat menghasilkan keputusan yang lebih baik karena metode ini memiliki kelebihan yaitu cocok digunakan pada sebagian besar permasalahan di dunia nyata. (Kusumadewi, 2010) telah menyebutkan bahwa macam-macam masalah yang dapat diselesaikan dengan logika *fuzzy* salah satunya adalah pengaturan kelancaran lampu lalu lintas. Untuk mendapatkan output dari detik lampu menggunakan metode mamdani dengan defuzzifikasi MOM (Mean of Maximum) untuk mencari nilai rata-rata maksimum dari lamanya lampu hijau yang dibagi menjadi sebentar, sedang, lama, dan sangat lama yang dihitung melalui panjangnya antrian kendaraan ke salah satu jalur yang paling padat dengan menggunakan empat variabel input dari panjang antrian kendaraan yang diatur yang dibagi menjadi tidak padat, normal, dan padat, panjang antrian kendaraan pada jalur selanjutnya yang dibagi menjadi pendek, sedang, dan panjang, lebar jalan yang diatur dan lebar jalan pada jalur selanjutnya yang dibagi menjadi sempit dan luas dengan memanfaatkan toolbox *fuzzy* yang sudah tersedia pada Matlab.

Penelitian sejenis mengenai optimalisasi atau pengaturan lampu lalu lintas pernah dilakukan oleh Aditya Yoga Yudanto, Marvin, dan Kevin Sanjaya pada tahun 2013 yang menunjukkan bahwa pengoptimalisasian lampu lalu lintas menggunakan *fuzzy logic* dan diimplementasikan dengan memanfaatkan toolbox *fuzzy* pada Matlab untuk menghasilkan jumlah detik lampu hijau yang lebih dinamis sesuai kepadatan kendaraan yang ada pada suatu simpang jalan dengan menginputkan jumlah kendaraan motor dan mobil (Yudanto, et al., 2013).

2. Tinjauan Pustaka

Bagi negara Indonesia khususnya kota-kota besar yang memiliki kemacetan yang sangat tinggi sangat perlu memiliki lampu lalu lintas di setiap persimpangan untuk mengatur kendaraan yang lalu lalang setiap harinya. Lampu lalu lintas adalah lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang dipersimpangan jalan, tempat penyeberangan pejalan kaki (zebra cross), dan tempat arus lalu lintas lainnya, namun yang menjadi ruang lingkup penelitian ini adalah lampu lalu lintas di persimpangan jalan (Yudanto, et al., 2013) atau suatu peranti pemberi sinyal yang ditempatkan di persimpangan jalan, penyeberangan jalan atau lokasi lain untuk menunjukkan keadaan aman untuk mengendarai atau berjalan sesuai dengan kode warna universal (suatu urutan yang persis bagi orang yang menderita buta warna), lampu lalu lintas sering disebut juga sebagai Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL). Sistem pengaturan lampu lalu lintas pertama kali diperkenalkan di Inggris, yaitu di daerah Westminster pada tahun 1868 (Pristiwanto, 2013). Di Indonesia khususnya pengguna kendaraan bermotor semakin meningkat, akibatnya jumlah kendaraan naik tetapi jumlah jalan tetap sehingga menambah jumlah kepadatan lalu lintas yang mengakibatkan kemacetan. Kemacetan yang muncul tersebut dapat disebabkan dari beberapa faktor salah satunya adalah faktor pengaturan lampu lalu lintas (Danuri, 2008), kemacetan lalu lintas bisa menjadi salah satu masalah masyarakat perkotaan yang berimplikasi luas terhadap aspek kehidupan seperti kesehatan, produktivitas, ekonomi dan sebagainya. Menurut (Riwinoto & Isal, 2010) salah satu penyebab adanya kemacetan adalah lampu lalu lintas pada setiap jalan yang selalu tetap (statis) baik ketika lampu menyala berwarna merah, kuning, dan hijau. Padahal pada kondisi yang nyata sering terjadi kondisi yang tidak produktif dan mengakibatkan kemacetan ketika lampu merah menyala dan jalan menjadi penuh kendaraan, di sisi jalan yang lain ketika lampu hijau menyala tetapi kondisi saat itu jalan sedang sepi kendaraan.

Penelitian mengenai optimalisasi lampu lalu lintas sudah banyak dilakukan, Seperti penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo dan Sutisna (2014) menghasilkan nilai lamanya waktu lampu hijau menyala tergantung dari jumlah kedatangan suatu jalur pada siklus pertama dan kedua lampu dengan menggunakan Mikrokontroler ATMEGA 16. Adapun penelitian yang berbeda dari Simanjuntak (2011) bahwa logika *fuzzy* lebih adil dalam memberikan nilai dibandingkan dengan sistem kontrol konvensional. Penelitian pada Pristiwanto (2013) menyatakan bahwa dengan menggunakan metode Round Robin meminimalkan waktu menunggu, metode Round Robin adalah metode yang sangat mudah untuk mengatur waktu yang dibutuhkan dalam lampu lalu lintas karena memecahkan masalah yang memiliki multi objective untuk melancarkan arus lalu lintas. Dari penelitian Afriyanti dan Wahyu (2009) sendiri dengan menggunakan Java sebagai software untuk membuat suatu sistem pensimulasian lampu lalu lintas yang bekerja secara otomatis dengan basis pengetahuan menggunakan kaidah produksi (IF-THEN) dengan metode Tsukamoto untuk menentukan lamanya waktu lampu hijau menyala tergantung dari jumlah mobil dan lebar jalur pada satu jalan searah.

2.1 Optimalisasi

Secara umum pengertian optimalisasi menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (Depdikbud, 1995:628) adalah berasal dari kata optimal yang berarti terbaik atau pencarian nilai terbaik (minimum atau maksimum) dari beberapa fungsi yang diberikan pada suatu konteks. Adapun pengertian dari optimalisasi adalah sebuah proses, cara dan perbuatan (aktivitas/kegiatan) untuk mencari solusi terbaik dalam beberapa masalah, dimana yang terbaik sesuai dengan kriteria tertentu.

2.2 Lampu Lalu Lintas

Satu metode yang paling penting dan efektif untuk mengatur lalu lintas di persimpangan adalah dengan menggunakan lampu lalu lintas (Kandaga & Tjahjadi, 2011). Lampu lalu lintas adalah sebuah alat elektrik (dengan sistem pengaturan waktu) yang memberikan hak jalan (pada saat lampu menyala warna hijau) pada satu arus lalu lintas atau lebih sehingga aliran lalu lintas ini bisa melewati persimpangan dengan aman dan efisien atau lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, tempat penyeberangan pejalan kaki (zebra cross) dan tempat arus lalu lintas lainnya, namun yang menjadi ruang lingkup penelitian ini adalah lampu lalu lintas di persimpangan jalan. Banyaknya kendaraan yang lalu lalang di kota besar menyebabkan kemacetan yang sangat mungkin terjadi (Yudanto, et al., 2013).

2.3 Persimpangan Jalan

Persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan yang merupakan pertemuan antar jalan dan perpotongan lintasan kendaraan. Persimpangan merupakan factor yang penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan, khususnya daerah perkotaan. Terdapat dua jenis persimpangan yaitu persimpangan bersinyal dan persimpangan tanpa sinyal.

2.4 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* adalah cabang dari sistem kecerdasan buatan (Artificial Intelligent) yang mengemulasi kemampuan manusia dalam berfikir ke dalam bentuk algoritma yang kemudian dijalankan oleh mesin. Algoritma ini digunakan dalam berbagai aplikasi pemrosesan data yang tidak dapat direpresentasikan dalam bentuk biner. Logika *fuzzy* diperkenalkan pada tahun 1965 oleh Lotfi Zadeh yang merupakan perlengkapan matematika untuk melakukan komputasi variabel yang bersifat tidak pasti. Menurut buku yang dibuat oleh Kusumadewi, logika *fuzzy* menginterpretasikan pernyataan yang samar menjadi sebuah pengertian yang logis (Kusumadewi, 2010) atau *fuzzy* secara bahasa diartikan sebagai kabur atau samar-samar. Suatu nilai dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. Logika *fuzzy* digunakan untuk mengestimasi sesuatu, mengambil keputusan, dan sebagai kontrol mekanik. Dalam himpunan *fuzzy* dikenal derajat keanggotaan yang memiliki rentang nilai 0 sampai 1. Berbeda dengan himpunan tegas (crisp) dengan nilai keanggotaan hanya terdapat dua kemungkinan, yaitu 1 dan 0. Teori *fuzzy* menyediakan mekanisme untuk mempresentasikan ukuran variabel linguistik seperti “padat”, “sedang”, “tidak padat”, dan sebagainya (Sivanandam, Deepa, & Sumanthi, 2007).

Beberapa alasan mengapa orang-orang menggunakan logika *fuzzy* untuk menyelesaikan kasus ini, karena konsep logika *fuzzy* lebih mudah dimengerti, sederhana, fleksibel, memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat, dan didasarkan pada bahasa alami. Metode Mamdani merupakan salah satu metode inferensi *fuzzy* yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan optimalisasi lalu lintas. Metode Mamdani juga sering dikenal sebagai metode Max-Min yang telah diperkenalkan oleh Embralin Mamdani tahun 1975.

3. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu: (1) Studi Literatur. Pada studi literatur akan dilakukan pengumpulan informasi dan data-data dari Dinas Perhubungan, Komunikasi, dan Informatika, berbagai buku referensi, internet, maupun sumber-sumber lain yang berkaitan dengan penelitian. Informasi yang didapat akan dianalisis dan diolah sehingga menjadikan ide yang berkaitan dengan sistem tersebut. (2) Wawancara. Pada wawancara akan melibatkan pegawai dari Dinas Perhubungan, Komunikasi, dan Informasi Daerah Istimewa Yogyakarta mengenai informasi kemacetan yang terjadi di persimpangan daerah Yogyakarta dan mengambil sampel gambar antrian kendaraan disalah satu persimpangan guna memperoleh data secara tepat dan akurat. (3) Analisis. Kebutuhan Perangkat Lunak: proses untuk menganalisis dan mendefinisikan data dan informasi yang akan dikembangkan, kemudian dikerjakan dalam laporan Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak (SKPL). (4) Perancangan

Kebutuhan Perangkat Lunak. Dalam proses ini akan dilakukan pendeskripsian perancangan sistem yang akan dikembangkan mulai dari perancangan data, perancangan arsitektur, sampai dengan perancangan antarmuka. Perancangan tersebut akan dijabarkan lebih detail dalam laporan Deskripsi Perancangan Perangkat Lunak (DPPL). (5) Pembuatan Program. Proses pembuatan program sesuai dengan rancangan sistem menggunakan bahasa pemrograman yang sesuai dan mengikuti kaidah pemrograman yang berlaku. (6) Pengujian. Proses yang dilakukan untuk menguji program yang dibuat, apakah sudah berjalan baik. Pengujian fungsionalitas perangkat lunak yang dilakukan oleh pengembang, dan hasilnya dilaporkan dalam Perencanaan, Deskripsi, dan Hasil Uji Perangkat Lunak (PDHUPL).

4. Pembahasan

4.1. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data diambil dari wawancara dengan petugas Dinas Perhubungan, Komunikasi, dan Informatika Daerah Istimewa Yogyakarta. Data-data yang sudah ada diolah berdasarkan kebutuhan agar dapat dijadikan sebuah input serta akan dijadikan uji sistem. Panjang antrian kendaraan dan lebar jalur yang diatur, panjang antrian kendaraan dan lebar jalur selanjutnya digunakan sebagai data input atau masukkan sedangkan untuk output sendiri berupa durasi detik lampu hijau.

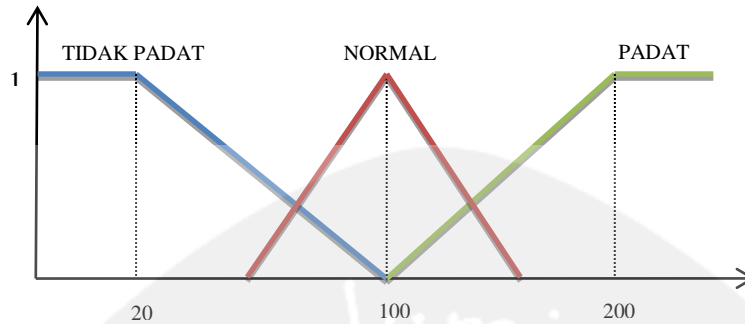
4.2. Pembentukan Himpunan Fuzzy

Tahap pertama untuk melakukan perhitungan membuat himpunan fuzzy pada masing-masing variabel. Terdapat empat variabel masukan yang dibuat fungsi keanggotaannya, yaitu panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur (tidak padat, normal, dan padat), panjang antrian kendaraan pada jalur selanjutnya (pendek, sedang, dan panjang), lebar jalur yang diatur (sempit dan lebar), dan lebar jalur selanjutnya (sempit dan lebar). Sedangkan untuk durasi lampu hijau sebagai keluarannya atau output adalah cepat, sedang, agak lama, lama, dan sangat lama. Himpunan fuzzy untuk masing-masing variabel dapat dilihat pada Tabel 1.

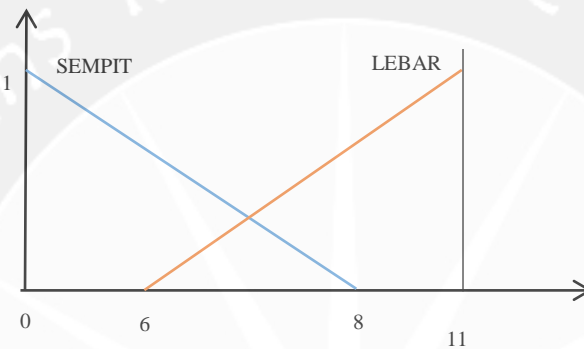
Tabel 1. Himpunan fuzzy masing-masing variabel

Fungsi	Variabel	Himpunan Fuzzy	Domain
Input	Panjang Antrian Kendaraan pada Jalur yang diatur	Tidak Padat (TP)	[0,0,20,100]
		Normal (N)	[50,100,150]
		Padat (P)	[100,200,200,200]
	Lebar Jalan pada Jalur yang diatur	Sempit (S)	[0,0,8]
		Lebar (L)	[6,11,11]
	Panjang Antrian Kendaraan pada Jalur Selanjutnya	Pendek (Pe)	[0,0,20,100]
		Sedang (Se)	[50,100,150]
		Panjang (Pa)	[100,200,200,200]
Output	Durasi Lampu Hijau	Lebar (L)	[0,0,8]
		Sebentar (Sb)	[2,2,10,30]
		Sedang (Sd)	[10,30,50]
		Lama (La)	[30,50,70]
		Sangat Lama (Sl)	[50,70,70,70]

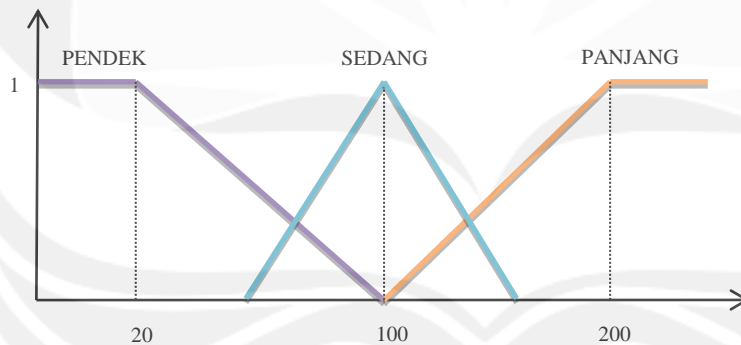
Untuk grafik fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* masing-masing variabel baik variabel input dan output dapat dilihat pada Gambar 1 sampai Gambar 5



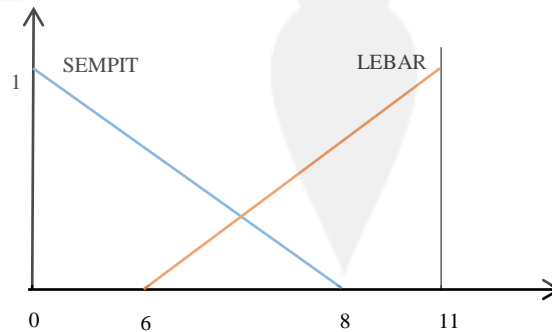
Gambar 1. Grafik Fungsi Keanggotaan Panjang Antrian Kendaraan pada Jalur yang diatur



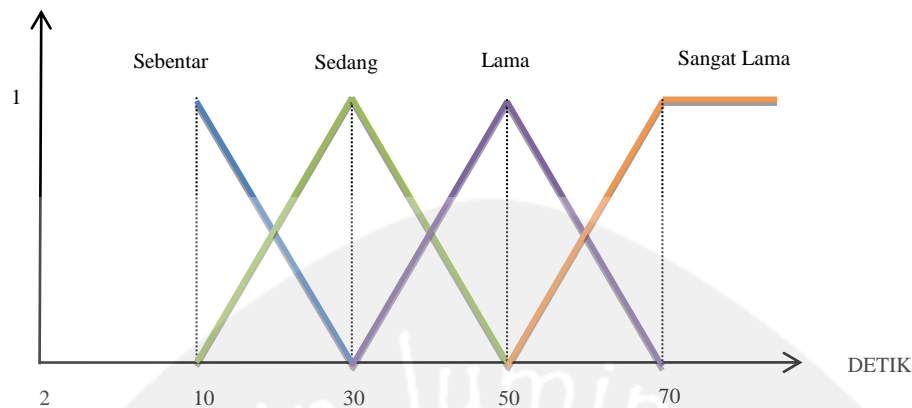
Gambar 2. Grafik Fungsi Keanggotaan Lebar Jalan pada Jalur yang Diatur



Gambar 3. Grafik Fungsi Keanggotaan Panjang Antrian Kendaraan pada Jalur Selanjutnya



Gambar 4. Grafik Fungsi Keanggotaan Lebar Jalan pada Jalur Selanjutnya



Gambar 5. Grafik Fungsi Keanggotaan Durasi Lampu Hijau pada Jalur yang Diatur

4.3. Fuzzifikasi

Pada tahap ini akan dilakukan juga perhitungan. Untuk setiap data akan dilakukan proses fuzzifikasi dengan masukan data adalah sebagai berikut : a. Panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur: panjang antrian kendaraan yang akan diatur untuk menambahkan durasi lampu hijau dengan melihat kepadatan jalan. b. Panjang antrian kendaraan pada jalur selanjutnya: panjang antrian yang akan dikurangkan dengan durasi lampu hijau dengan melihat kepadatannya. c. Lebar jalan jalur yang akan diatur: lebar jalan yang nantinya akan diatur sesuai dengan jalur kepadatannya. d. Lebar jalan jalur selanjutnya: lebar jalan yang nantinya akan diatur setelahnya sesuai dengan jalur kepadatannya. Sebagai contoh dalam proses ini pengguna memberikan beberapa kasus yang ditunjukkan dalam Tabel 2:

Tabel 2. Input Panjang Antrian Kendaraan pada saat lampu merah menyala

No	Panjang Antrian yang Diatur	Lebar jalan yang Diatur	Panjang Antrian Selanjutnya	Lebar jalan Selanjutnya	Keterangan
1	96	8.1	141	10.5	Condong Catur arah selatan dan barat jam 07.00
2	141	10.5	121	8.1	Condong Catur arah barat dan utara jam 07.00
3	121	8.1	165	8.4	Condong Catur arah utara dan timur jam 07.00
4	165	8.4	96	8.1	Condong Catur arah timur dan selatan jam 07.00

4.4. Inferensi berdasarkan aturan (Rule)

Nilai μ yang telah didapatkan dari tahap fuzzifikasi akan diterapkan dalam perhitungan aturan. Untuk keluaran masing-masing rule akan diambil nilai terkecil atau minimum yang menggunakan “and” dari semua nilai yang telah dihitung. Sedangkan operator “or” mengambil nilai terbesar. Aturan yang dibentuk dalam kasus ini adalah: (1) If panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat and lebar jalan yang diatur sempit and panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya pendek and lebar jalan selanjutnya sempit then durasi lampu hijau sebentar. (2) If panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat and lebar jalan yang diatur sempit and panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya pendek and lebar jalan selanjutnya lebar then durasi lampu hijau sebentar. (3) If panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat and lebar jalan yang diatur sempit and panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya sedang and lebar jalan selanjutnya sempit then durasi lampu hijau sebentar. (4) If panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat and lebar jalan yang diatur sempit and panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya sedang and lebar jalan selanjutnya lebar then durasi lampu hijau sebentar. (5) If panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur tidak padat

[illegible]

selanjutnya sempit then durasi lampu hijau lama. (28) If panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat and lebar jalan yang diatur sempit and panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya sedang lebar jalan selanjutnya lebar then durasi lampu hijau lama. (29) If panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat and lebar jalan yang diatur sempit and panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya panjang and lebar jalan selanjutnya sempit then durasi lampu hijau lama. (30) If panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat and lebar jalan yang diatur sempit and panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya panjang and lebar jalan selanjutnya lebar then durasi lampu hijau lama. (31) If panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat and lebar jalan yang diatur lebar and panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya pendek and lebar jalan selanjutnya sempit then durasi lampu hijau lama. (32) If panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat lebar jalan yang diatur lebar and panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya pendek and lebar jalan selanjutnya lebar then durasi lampu hijau lama. (33) If panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat and lebar jalan yang diatur lebar and panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya sedang and lebar jalan selanjutnya sempit then durasi lampu hijau lama. (34) If panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat and lebar jalan yang diatur lebar and panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya sedang and lebar jalan selanjutnya lebar then durasi lampu hijau lama. (35) If panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat and lebar jalan yang diatur lebar and panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya panjang and lebar jalan selanjutnya sempit then durasi lampu hijau lama. (36) If panjang antrian kendaraan pada jalur yang diatur padat and lebar jalan yang diatur sempit and panjang antrian kendaraan jalur selanjutnya panjang and lebar jalan selanjutnya lebar then durasi lampu hijau sangat lama.

4.5. Defuzzifikasi

Tahap selanjutnya adalah defuzzifikasi dimana hasil dari semua perhitungan dengan menggunakan data dari dalam basis data pada bagian aturan dikumpulkan menjadi satu, lalu akan ditarik sebuah kesimpulan mencari nilai pada masing-masing rule yang memiliki nilai μ pada outputnya dengan metode Mamdani MOM (*Mean of Maximum*) yaitu diambil nilai rata-rata domain samar yang memiliki nilai maksimum pada nilai yang dianut pada variabel outputnya, dengan menghitung khususnya pada grafik segitiga. Hasil defuzzifikasi terhadap kasus yang diangkat dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Defuzzifikasi

No	Panjang Antrian yang Diatur	Lebar jalan yang Diatur	Panjang Antrian Selanjutnya	Lebar jalan Selanjutnya	Hasil Defuzzifikasi (dalam detik)
1	96	8.1	141	10.5	30
2	141	10.5	121	8.1	50
3	121	8.1	165	8.4	30
4	165	8.4	96	8.1	50

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai tentang implementasi dalam mengoptimalkan lampu lalu lintas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: (1) Pada pengimplementasian logika fuzzy sistem optimalisasi lampu lalu lintas dengan memasukan panjang antrian pada setiap arah jalur persimpangan, dan memiliki empat masukan untuk diimplementasikan ke dalam logika fuzzy yaitu panjang antrian yang diatur, lebar jalan yang diatur, panjang antrian selanjutnya, dan lebar jalan selanjutnya yang diambil dari dua jalur pada persimpangan maksudnya supaya sistem tidak hanya memperhatikan antrian pada jalur yang diatur saja tetapi juga memperhatikan jalur yang sedang menunggu atau yang akan diatur selanjutnya dan keluaran berupa waktu durasi maksimal lampu hijau pada jalur yang diatur. (2)

Perhitungan untuk memperoleh durasi maksimum detik lampu hijau dapat dilakukan dengan memanfaatkan *Fuzzy Logic Toolbox* yang terdapat pada Matlab.

Referensi

- Afriyanti, L., & Wahyu, R. W. (2009). Aplikasi *Fuzzy Inference System*(FIS) Metode Tsukamoto pada Simulasi Traffic Light Menggunakan Java. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI), 104-107.
- Alamsyah. (2012). Pengaturan Lampu Lalu Lintas Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535. *Majalah Ilmiah Mektek*, 14(3).
- Danuri, M. (2008). Traffic Manajemen Center dengan Logika *Fuzzy* dan Sensor Kamera. *Infokam*, IV(2), 6 - 18.
- Dharmawan, I. (2010). Rancang Bangun Kendali Lampu Lalu Lintas Cerdas Berbasis Logika *Fuzzy*.
- Kandaga, T., & Tjahjadi, E. (2011). Aplikasi Simulasi Hubungan Antrian yang Terjadi dan Penentuan Waktu Hidup Lampu Lalu Lintas pada Persimpangan Jalan. *Jurnal Informatika*, 7(1), 1-6.
- Kusumadewi, S. (2010). Analisis & Desain Sistem *Fuzzy* Menggunakan Tool Box Matlab (1 ed.). Graha Ilmu.
- Pour, N. S., Asadi, H., & Kheradmand, M. P. (2013). *Fuzzy Multiobjective Traffic Light Signal Optimazation*. *Journal of Applied Mathematics*, 1-7.
- Prasetyo, H., & Sutisna, U. (2014). Implementasi Algoritma Logika *Fuzzy* untuk Sistem Pengaturan Lampu Lalu Lintas Menggunakan Mikrokontroler. *Techno*, 15(2), 1-8.
- Pristiwanto. (2013). Simulasi Traffic Light Antrian Kendaraan Bermotor pada Persimpangan dengan Metode Round Robin. *Informasi dan Teknologi Ilmiah (INTI)*, I(1), 58-62.
- Riwinoto, & Isal, Y. K. (2010). Simulasi Optimasi Pengaturan Lampu Lalu Lintas di Kota Depok dengan Menggunakan Pendekatan Greedy Berbasis Graf. *Seminar Nasional Sistem dan Informatika*, 92-97.
- Simanjuntak, N. P. (2011). Aplikasi *Fuzzy Logic Controller* pada Pengontrolan Lampu Lalu Lintas. Makalah IF4058 Topik Khusus Informatika 1.
- Sivanandam, D. S., Deepa, S., & Sumanthi, D. S. (2007). *Introduction to Fuzzy Logic using Matlab* (1 ed.). Berlin: Springer.
- Yudanto, A. Y., Apriyadi, M., & Sanjaya, K. (2013). Optimalisasi Lampu Lalu Lintas dengan *Fuzzy Logic*. *Ultimatics*, V(2), 58 - 62.